

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



**Vliv dostupnosti živin (NPK) na růst a vývoj jetele prostředního
- *Trifolium medium* L.**

**Influence of nutrient availability (NPK) on the growth and
development of Zigzag Clover - *Trifolium medium* L.**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Michal Hejcman, Ph.D.

Diplomant: Bc. Veronika Klozová

2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. RNDr. Michal Hejzman, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 29. 4. 2011

.....
podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala Doc. RNDr. Michalu Hejmanovi, Ph.D. a Ing. Lucii Chmelíkové za odborné vedení, všestrannou pomoc, ochotu a trpělivost při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji Interní grantové agentuře FŽP za finanční podporu tohoto projektu (registrační číslo 201042110024). Mé díky také patří rodině a přátelům za pomoc a podporu při studiu.

V Praze 29. 4. 2011

.....

podpis

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá vlivem dostupnosti živin na růst a vývoj nadzemních a podzemních částí rostlin druhu jetele prostředního (*Trifolium medium* L.) z čeledi bobovité (*Fabaceae*). Tato čeleď se vyznačuje schopností vázat vzdušný dusík prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi rodu *Rhizobium*. Výzkum byl proveden formou nádobového pokusu s použitím 10 variant dostupnosti živin: N1, N2, P1, P2, K, N1P1, N1P1K1, N2P1K1, N2P2K1 a KONTROLA. Živiny byly aplikovány ve formě průmyslových hnojiv (dusičnan amonný, superfosfát a chlorid draselný). Pokus trval od 1. dubna do 21. října 2010. Vzházivost a přežití rostlin bylo sledováno od 10. května do 4. srpna 2010. Hodnocení vlivu živin na nadzemní orgány a podzemní orgány rostlin proběhlo současně při ukončení pokusu.

Na růst nadzemních orgánů (prezence květů, výška rostliny, délka nejdelšího řapíku, délka nejdelší čepele, počet stonků, počet listů na stonku, počet listů na rostlině) pozitivně působily varianty P2 a N1P1K a negativně působila varianta N2. Na růst podzemních orgánů (délka hlavního kořene, průměr kořenového krčku, řád větvení, počet šlahounů, prezence hlízek a velikost, barva a tvar hlízek) působily varianty K, P1 a N1P1K a negativně působila varianta N2. Výsledky byly zpracovány formou tabulek, fotodokumentace a grafů. Jednotlivé varianty jsou dále statisticky zpracovány v programu STATISTICA 10.

Klíčová slova

draslík, dusík, Fabaceae, fosfor, hlízky

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the impact of the availability of nutrients on the growth of overground and underground parts of the plant called zigzag clover (*Trifolium medium* L.) of the fabaceous family. This family is characterized by the ability to, by the means of symbiosis, bind the air nitrogen with nodule bacteria of the *Rhizobium* genus. The research was carried out by the pot trial with the use of 10 varieties of the availability of nutrients: N1, N2, P1, P2, K, N1P1, N1P1K1, N2P1K1, N2P2K1 and CONTROL.. The nutrients were applied in a form of fertilizers (ammonium nitrate, superphosphate, and potassium chloride). The experiment lasted from the 1st April till 21st October 2010. The beginning of the field germination and survivance of the plants were monitored from 10th May till 4th August 2010. The evaluation of the impact of nutrients on overground and underground organs of the plants was done simultaneously with the ending of the experiment.

The growth of the overground organs (presence of the bloom, height of the plant, length of the longest petiole, the length of the longest edge, number of stems, number of leaves on the stem, number of leaves on the plant) was positively affected by the options P2, and N1P1K and negatively affected by option N2. The growth of underground organs (the length of the main root, the diameter of the root-collar, the arrangement of the forking, the number of claspers, the presence of nodules, and size, colour, and shape of the nodules) was positively affected by the options K, P1, and N1P1K and negatively affected by the option N2. The results are processed into the form of table, photo documentation, and graphs. Individual variants are further processed statistically in the program called STATISTIKA 10.

Keywords:

potassium, nitrogen, Fabaceae, phosphor, nodules

OBSAH

1.	ÚVOD.....	8
2.	CÍL PRÁCE.....	9
3.	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
3.1.	Čeleď <i>Fabaceae</i> Lindl. – BOBOVITÉ	10
3.1.1	Rod <i>Trifolium</i> L. – Jetel	10
3.1.2.	<i>Trifolium medium</i> L. - Jetel prostřední.....	11
3.2	Nadzemní orgány rostlin.....	12
3.2.1.	Stonek, list, květ.....	13
3.3	Podzemní orgány rostlin	14
3.3.1	Kořen, postranní kořeny, oddenky	14
3.3.2	Kořenový systém, kořenová plasticita, kořenová stavba	15
3.4	Symbiotický vztah s bakteriemi rodu <i>Rhizobium</i>	16
3.4.1	Hlízky a bakterie v symbióze.....	16
3.5	Živiny ovlivňující orgány rostlin	18
3.5.1	Hlavní živiny pro správnou stimulaci rostlinných orgánů	18
3.5.1.1	Dusík	18
3.5.1.2	Fosfor	19
3.5.1.3	Draslík.....	20
3.5.2	Hnojení jetelovin.....	21
3.6.	Nádobový pokus	22
4.	METODIKA	23
4.1	Popis pokusu	23
4.2	Průběh pokusu.....	24
4.3	Sběr a analýza dat	24
4.4	Pozorované znaky nadzemních orgánů.....	25

4. 5	Pozorované znaky podzemních orgánů.....	25
5.	VÝSLEDKY	27
6.	DISKUZE.....	49
7.	ZÁVĚR.....	51
8.	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	53
9.	PŘÍLOHY	58
9. 1	Fotodokumentace jednotlivých rostlin variant hnojení.....	59
9. 2	Data pro statistické vyhodnocení	62

1. ÚVOD

Výzkum této práce se zabývá vlivem dostupnosti živin na růst a vývoj nadzemní a podzemní části druhu jetele prostředního (*Trifolium medium* L.), především na jeho kořenový systém.

Trifolium medium L. má velký význam jak z hlediska ekologie, tak i zemědělství, neboť je to velmi kvalitní pícnina z hlediska odolnosti proti různým chorobám a proti mechanickému poškození.

Čeleď *Fabaceae*, do které patří zkoumaný druh *Trifolium medium* L., se vyznačuje symbiózou s bakteriemi rodu *Rhizobium* s.l. Tyto bakterie vyskytující se v blízkosti kořene rostlin, podněcuje vznik hlízek. Tento vztah umožňuje rostlině přijímat vzdušný dusík, který je pro ostatní rostliny v této formě nedostupný. Tato schopnost je velkou výhodou v prostředí s nedostatkem dusíku.

Jednotlivé živiny v rostlinách plní řadu důležitých funkcí pro správný vývoj rostlin. Nedostatkem nebo nadbytkem živin dochází v rostlinách ke změnám vzájemných poměrů živin, čímž dochází k narušení metabolických procesů (Vaněk et al., 2002). Rostliny přijímají živiny především ze vzduchu a půdy. Hnojením se při potřebě dodávají chybějící živiny, které zlepšují výživu rostlin a zvyšují úrodnost půdy (Kvěch et al., 1987).

Morfologie a anatomie rostlin je dána geneticky a zároveň faktory prostředí (např. světlo, teplota, vlhkost, vzduch, obsah živin v půdě, organismy v půdě, vegetační pokryv aj.). Dostupnost živin limituje výnos u většiny zemědělských systémů (Kutschera et Lichtenegger, 2002). Intenzivní zavlažování a hnojení má negativní dopad na životní prostředí. Rozšířený zájem o ekologii upozorňuje na skutečnost, že biologická fixace dusíku neškodí životnímu prostředí. Čeleď *Fabaceae* může nahradit průmyslová hnojiva. Zvýšením pěstování *Fabaceae* umožní snížení používání průmyslových hnojiv, a tím zároveň nastane snížení znečištění obnovitelných zdrojů a zmírnění možných negativních vlivů na životní prostředí.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit vliv dostupnosti živin (NPK) na růst a vývoj jetele prostředního – *Trifolium medium* L. (dále jen „*Trifolium medium*“) na základě nádobového pokusu s různou dostupností živin (NPK). A dále tak přispět dalšími poznatky k aktuální problematice vlivu živin na rostliny především v zemědělství a následně v ekologii.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3. 1 Čeleď *Fabaceae* Lindl. – BOBOVITÉ

Do čeledi bobovité patří byliny a dřeviny, které se nikdy nevyskytují ve vodním prostředí. Kořeny mají převážně hlízky (symbióza s nitrogenními bakteriemi rodu *Rhizobium*). Listy jsou střídavé, nejčastěji složené (jednoduše zpeřené nebo dlanitě složené), vzácně jednoduché (Slavík, 1995). Květy jsou v hroznovitých květenstvích, hlávkách (strboulech) nebo v hroznech, často jednostranných, koncových nebo úžlabních. Charakteristické je utváření okvětních plátků. Horní korunní plátek (pavéza) bývá větší, nazpět ohnutý nebo orientovaný vpřed, někdy odlišně zbarvený. Postranní 2 plátky jsou křídla a 2 dolní plátky srůstají v člunek, ukrývající tyčinky a pestík. Někdy korunní plátky srůstají ve spodní části v trubku. Kalich je srostlý. Pestík je jednoplodolistový a semeník svrchní s vajíčky připevněnými poutky na švu plodolistu. Tyčinky jsou jednobratré, kdy srůstá všech 10 a nebo dvoubratré, kdy srůstá 9 a 1 je volná (Volf et al., 1988). Plodem je lusk, pukající v 1 nebo 2 švech, bez přepážky nebo je plod nepukavý (obdoba nažky). Plod může být s jedním nebo více semeny případně zaškrcovaný a lámavý na jednosemenné díly (obdoba struku). Semena jsou bez endospermu nebo s endospermem jen nepatrně vyvinutým, často se strofiolou. Embryo je s tlustými dělohami bohatými na škrob a bílkoviny. Klíčení je epigeické nebo hypogeické. Je si 480 – 500 rodů (12 000 druhů), vyskytují se téměř po celém světě, dřevinné typy především v teplých pásech, bylinné a vývojově odvozenější dřevinné zejména v poledníkovém až mírném pásu (Slavík, 1995).

3. 1. 1 Rod *Trifolium* L. – Jetel

Do rodu *Trifolium* L. patří jednoleté až vytrvalé byliny. Lodyhy jsou přímé, vystoupavé až plazivé a pak kořenující. Listy jsou střídavé nebo horní vstřícné, trojčetné, většinou alespoň dolní řapíkaté. Lístky jsou celokrajné až drobně ostře pilovité případně mělce vykrajovaně zubaté, přisedlé nebo krátce řapíčkaté, někdy prostřední s delším řapíčkem. Palisty jsou velké, celokrajné, často s řapíkem dlouze srůstající (Šantrůček et al, 2003). Květy jsou v kulovitých, vejcovitých

až válcovitých, obvykle hustých hlávkách. Barva květů je žlutá, bílá nebo v různých odstínech červené. Kalich je 5 - 20žilný, 5cípý. Cípy jsou často nestejně dlouhé. Pavéza je vejčitá až podlouhlá, delší než člunek. Tyčinek je 9+1. Lusky jsou vejcovité až kuželovité se zobánkem, 1-4(-10)semenné, nepukavé a na rostlině vytrvávající velmi dlouho, odpadávají s kalichem. Semena jsou nejčastěji nesouměrně srdcovitá až zploštělá. Je známo asi 300 druhů, převážně v mírném pásu severní polokoule (Slavík, 1995).

3. 1. 1 *Trifolium medium* L. - Jetel prostřední

Trifolium medium L. je vytrvalá bylina s dlouhým křovitým kořenem s obvykle bohatě větvenými plazivými oddenky. Lodyha je vystoupavá, lysá nebo s velmi krátkými přitisklými chloupky, 20-50 cm vysoká. Má převážně lodyžní listy dolní dlouze a horní krátce řapíkaté (Veselá et al., 2004). Lístky jsou vejčité eliptické až podlouhle kopinaté, 20-50mm dlouhé, 8-20mm široké, na líci lysé, na rubu přitiskle chlupaté, na okraji brvitě a velmi krátce řapíkaté. Palisty jsou kopinaté, bylinné, většinou kratší než řapíky, necelou polovinou k řapíku přirostlé a v dlouhou špici pozvolna se zužující. Hlávky jsou kulovité až vejcovité, 25-30mm dlouhé, obvykle jednotlivé, přisedlé nebo krátce stopkaté. Květy jsou 13-20 mm dlouhé. přisedlé, kalichy 10žilné, trubka obvykle lysá, na bázi náhle zúžená a bělavá. Kališní cípy jsou brvitě, koruny purpurově červené až fialové, asi 2x delší než kalich. Pavéza je o málo delší než křídla. Lusky jsou vejcovité, v zobánek zúžené a nepukavé. Semena jsou nesouměrně srdcovitá, 2,0 – 2,3 mm dlouhá, 1,6 – 1,8 mm široká a pískově žlutá až hnědá (Slavík, 1995).

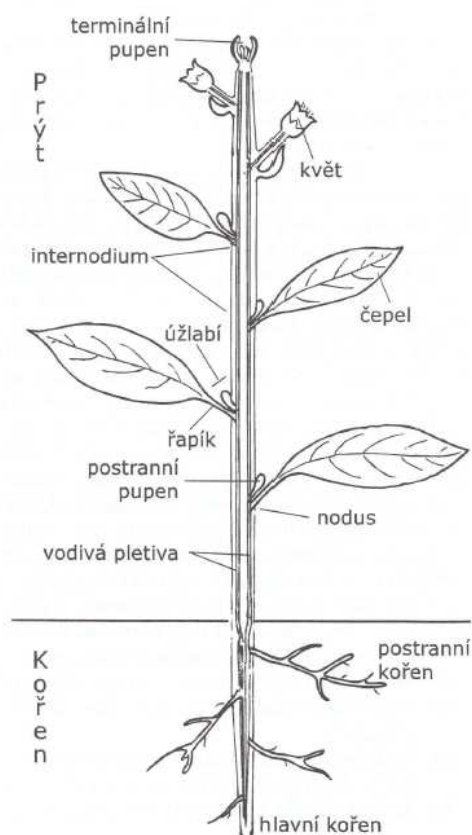
Biotopem pro *Trifolium medium* jsou lesní lemy, křovinaté i travnaté stráně, meze, světlé lesy, louky a pastviny (Štěpánek, 2002). Optimum výskytu je na mírně suchých až čerstvě vlhkých, částečně zastíněných místech, a to jak na kyselých, tak i na bazických substrátech. V ČR je *Trifolium medium* rozšířen hojně od nižších pahorkatin do hor. Vzácně nebo místy chybí v nejteplejších a nejsušších oblastech a na horách nad 800 m (Botany.cz, 2010).

Trifolium medium je poměrně značně odolný proti různým chorobám, mechanickému poškození a je považován za velmi kvalitní píceňinu (Slavík, 1995).

Tento druh se podílí na vysoké hodnotě luk a je zároveň i rostlinou meliorační (zlepšující půdu). Pěstuje se i na zelené hnojení. (Volf et al., 1988)

3. 2 Nadzemní orgány rostlin

Rostlinné orgány, skládající se ze souboru pletiv, jsou předmětem vědního oboru organologie. Tento vědní obor je často součástí morfologie rostlin. Morfologie v úzkém smyslu představuje pouze studium vnější stavby rostlinných struktur, v širším smyslu je připojována i anatomie, případně další obory, jako je organografie, která zkoumá fyziologické funkce a podmínky utváření orgánů atd. (Novák et Skalický, 2007). Rozlišujeme orgány vegetativní (kořeny, stonek, listy) a generativní (květy plody a semena). Ontogeneze neboli vývin organismu od okamžiku jeho vzniku do konce života, prochází obdobím embryonálním (od oplození vajíčka k počátku klíčení), obdobím mládí (intenzivní vývoj vegetativních orgánů), obdobím dospělosti (zakládání květů, tvorba semen a plodů) a obdobím stáří, postupné odumírání (Dolejš, 2002).



Obrázek č. 1: Stavba rostlinného těla (Novák et Skalický, 2007)

3. 2. 1 Stonek, list, květ

Stonek je nadzemní orgán cévnatých rostlin, nesoucí listy, pupeny a reprodukční orgány. Stonek s listy tvoří prýt. Místa přisedání listů ke stonku se nazývají uzliny (nody), mezi nimiž jsou články (internodia). Uzliny mají složitou vnitřní stavbu (do listů odtud vycházejí cévní svazky), nikdy nebývají duté. Stonky rostou hlavně prodlužováním internodií (Jakrlová, 2003). Primární funkcí stonku je rozvádět pomocí trachejí a tracheid roztoky anorganických látek z kořenů do listů a sítkovicemi vést z listů organické látky do míst jejich potřeby (růstových pletiv, kořenů a plodů). Stonek umožňuje účelné rozmístění a nejvýhodnější postavení listů a květů pro maximální využití světla a také umožňuje spojení mezi jednotlivými orgány. Sekundární funkce stonku je zásobní, asimilační aj. (Novák et Skalický, 2008)

List je postranní, obvykle zelený orgán cévnatých rostlin omezeného růstu, na rozdíl od kořene a stonku, které mají růst neomezený. List se vyvíjí v podobě hrbolku či valu z dělivého pletiva vzrostného vrcholu. Tento základ roste nejprve ve všech směrech, později jeho růst v jednom směru ustává a mladý list získává typický plošný tvar (Jakrlová, 2003). Zpravidla roste nejprve na vrcholu, později přechází v růst okrajový, zakládají se vodivá pletiva a nastupuje růst vmezeřený, a pak je růst ukončen (Novák et Skalický, 2008). V pupenech jsou mladé listy různým způsobem složeny a zaujímají rozmanité vzájemné polohy (Jakrlová, 2003). Nejdůležitější funkce listu jsou fotosyntéza, transpirace, výměna vzduchu mezi rostlinou a prostředím a často také plní funkci sekundární funkce - zásobní, ochranná apod. (Novák et Skalický, 2007).

Květ je nejčastěji charakterizován jako specializovaný stonek omezeného růstu, nesoucí různě přeměněné listy, které se přímo či nepřímo účastní pohlavního rozmnožování. Květní části, umístěné na květním lůžku, bývají volné nebo srostlé. Lze je rozlišit na květní obaly, které se přímo nepodílejí na rozmnožování, a na vlastní reprodukční orgány (tyčinky a pestík či pestíky). Květní obaly jsou zpravidla barevně a tvarově rozlišeny v kalich a korunu (květy různobalné), pokud nejsou takto rozlišeny, jedná se o okvětí (květy stejnobalné) a květy zcela postrádající květní obaly se nazývají bezobalné (Jakrlová, 2003). Hlavní funkcí květu

je zajištění pohlavního rozmnožování krytosemenných rostlin (Novák et Skalický, 2009).

3.3 Podzemní orgány rostlin

Naukou o stavbě a funkcích kořenů rostlin v půdě, v rostlinných společenstvech a v ekosystémech je rhizologie. Podzemní orgány rostlin se studují v půdních transektech, na horizontálních odkryvech, v odebraných monolitech půdy a na zasklených stěnách podzemních laboratoří (Novák et Skalický, 2008).

3.3.1 Kořen, postranní kořeny, oddenky

Kořen je obvykle podzemní orgán (bez chlorofylu), zpravidla radiálně symetrický, rostoucí geotropicky. Je pro něj charakteristický neomezený růst do délky, který je umožněn činností apikálního meristému. Na rozdíl od stonku na něm nevznikají listy a je nečláňovaný (Novák et Skalický, 2008). Základní funkce kořenů jsou mechanické (upevňovací), absorpční, vodivé, metabolické a zásobní. Dále slouží k vegetativnímu rozmnožování, může být místem symbiózy s jinými živými organizmy nebo místem parazitování rostliny. Kořenová soustava je tvořena hlavním kořenem, ze kterého vyrůstají postranní kořeny (Dolejš, 2002).

Hlavní kořen zakládá větvením kořene vnitřně v dělivém pletivu postranní (vedlejší) kořeny, které se dále mohou větvit do několika stupňů (kořeny I. řádu a z nich se vytvářejí kořeny II. řádu atd.). Postranní kořeny s hlavním svírají tzv. mezní úhel, který je stálý pro určitý druh. Jejich vznik není nahodilý, zakládají se v podélných řadách. Zakládání postranních kořenů probíhá relativně blízko kořenového vrcholu, ale na povrch se dostávají později v zóně omezeného růstu (Volf et al., 1988).

Oddenek je podzemní část stonku. Funkce oddenku spočívá v přetrvávání nepříznivých ročních období, v ukládání zásobních látek a také v zajištění vegetativního rozmnožování - z úžlabních nebo adventních pupenů na oddenku vyrůstají nové prýty (Novák et Skalický, 2008). Oddenky se dělí na epigeogenní a hypogeogenní. Epigeogenní oddenky se zakládají na povrchu půdy a starší části jsou zatahovány pod zem kontrakcí kořenů nebo jsou převrstvovány opadem.

V nodech nesou zelené listy, internodia jsou většinou krátká. Epigeogenní oddenek má především zásobní funkci a protože se větví, dochází časem k jeho fyzickému rozpadu na samostatné části. Hypogeogenní oddenky rostou horizontálně pod zemí a nesou v nodech šupiny, po jisté době vyrůstají nad zem jako olistěné kvetoucí prýty, které však po odkvětu odumírají. Přežívá jen pozemní část, z níž vyrůstají další horizontální oddenky (Klimešová, 2006).

3. 3. 2 Kořenový systém, kořenová plasticita, kořenová stavba

Kořenový systém (soubor všech kořenů rostliny včetně postranních kořenů, bez ohledu na morfogenezi) je odezvou na podmínky prostředí. Finální podoba orgánů souvisí s pojmem kořenová plasticita jako schopnost organismů přizpůsobit se prostředí utvářením odlišných fenotypů (Briggs et Walters, 2001).

Morfologická plasticita kořenů má několik částí, obvykle sloučených v pozorovaných reakcích. Rostliny investují různé množství látek z kořenové biomasy do zásob. Délka kořenů je vytvářena podle jednotky investované biomasy a to je často proměnlivé. Oba typy reakcí mohou ovlivňovat celkovou délku kořenů. Při zvětšení délky kořene mohou rostliny buď prodloužit stávající kořeny, nebo změnit intenzitu a typ větvení (Šmilauerová et Šmilauer, 2002).

Při stavbě kořenového systému se hodnotí prostorové uspořádání kořenů a rozmístění jejich os. Nezahrnuje studium detailů, jako jsou kořenové vlásky, většinou se týká celého kořenového systému nebo jeho částí (Lynch, 1995). Tyto části lze dále členit na jednotlivé segmenty mezi větveními tzv. linky. Důležitost kořenové stavby na rostlinnou produktivitu vychází ze skutečnosti, že mnoho půdních zdrojů je nerovnoměrně distribuováno nebo jsou předmětem lokalizovaného vyčerpání, takže prostorové rozmístění kořenového systému do značné míry stanovuje schopnost rostlin využívat tyto zdroje (Fitter et Stickland, 1991). Stavba kořenového systému určuje zkoumání prostorových oblastí v půdě, stejně jako schopnost reagovat na dynamicky lokalizovanou dostupnost půdních zdrojů během dělivé činnosti, rozdělení zachycených zdrojů a transportní funkce (Lynch, 1995).

3. 4 Symbiotický vztah s bakteriemi rodu *Rhizobium*

V případě čeledi *Fabaceae* kořen vykonává speciální funkci modifikací kořene tzv. metamorfózou a vznikají symbiotické kořeny. Symbiotické kořeny rostlin čeledi *Fabaceae* žijí v symbióze s půdními bakteriemi. Typické pro tuto čeleď jsou hlízkové bakterie rodu *Rhizobium* s.l. přizpůsobené k soužití s některými postranními kořeny. Symbióza zahrnuje zvláštní rozpoznání obou partnerů, je vždy definované spektrum hostitelů pro každý druh *Rhizobium*. Toto spektrum může být velmi úzké, např. *Rhizobium leguminosarum* bv. *Trifolii* mohou tvořit hlízky pouze v rodech *Trifolium* (Tang, 1995).

Po proniknutí bakterií do kořenů dochází k jejich přeměně a jsou schopny syntetizovat organické látky s využitím vzdušného molekulárního dusíku, který jinak nejsou schopny vázat. Tato forma dusíku (nitrátová nebo amonná) je využitelná pro hostitelské rostliny (Novák et Skalický, 2008). Energeticky nejvýhodnější je přijímat amonné ionty. Tento proces se nazývá biologická fixace dusíku (Zahran, 1999). V průběhu roku se význam symbiózy pro rostlinu mění. Kvetení vyvolává snížení počtu hlízek a jejich hmotnost. Při omezení fotosyntézy hostitelské rostliny se fixace dusíku snižuje až ustává. V období tvorby plodů obvykle hlízky odumírají (Möllerová, 2006).

3. 4. 1 Hlízky a bakterie v symbióze

Životnost hlízky u jednoletých bylin je 6-8 měsíců, u přezimujících jednoletých až 10-11. Byliny dvouleté a vytrvalé mohou mít menší počet hlízek až 12-14 měsíců starých. Za efektivně fixující hlízky lze považovat takové, které jsou velké, dobře vyvinuté, na řezu růžové, zbarvené leghemoglobinem. Bílé a zelené hlízky jsou málo efektivní až parazitické (fixují málo dusíku, odebírají organické látky od rostliny). Hnědé hlízky odumírají a rozpadají se, tedy uvolňují dusík obsažený v pletivech (Möllerová, 2006).

Rhizobia volně žijící v půdě nefixují dusík. Rostliny vylučují do svého okolí kořenové exudáty, které obsahují specifické fenolické látky. Bakterie na jejich přítomnost reagují pomocí cytokininů (látek podporujících buněčné dělení), které ovlivňují změny kořenových vlásků a pronikají jimi do kořenů. Napadené kořenové vlásky jsou viditelně zkroucené. Bakterie proniknou do primární kůry kořene, cytokininy vyvolají dělení buněk a vznik hlízky (Trinchant, 2001). V hlízkách se změně v tzv. bakteroidy – bakterie obalené přeměněnou membránou původem z rostlinné buňky. Uvnitř hlízek se syntetizuje růžové barvivo leghemoglobin, který je nepostradatelný k zajištění anaerobního prostředí nutného pro fixaci dusíku. Bakteroidy přijímají od rostliny živiny a energetické látky (cukry a aminokyseliny), samy dodávají dusíkaté látky (amonné ionty), které jsou dřevní částí rostlinného pletiva – xylémem – přenášeny do nadzemní části rostliny. Optimální teplota pro jejich růst je 25-30 °C, pH v rozmezí 5 – 8,5 (Möllerová, 2006).

3. 5 Živiny ovlivňující orgány rostlin

Rostliny z čeledi Fabaceae rostou špatně na půdách skeletovitých, kyselých, slaných a na půdách s nedostatkem organické hmoty a prvků K, P, Ca, Mg, Mn a Mo. Nejvýraznější projevy na růst vykazují nedostatky fosforu a vápníku. Rostliny také špatně prospívají na půdách utužených, nedostatečně provzdušněných. Nedostatek provzdušnění se projevuje mimo jiné u půd s vysokou vlhkostí. Růst čeledi Fabaceae mnohdy omezuje i sucho (Möllerová, 2006).

Na stanovištích jsou rostliny vystaveny různým vlivům, které je mohou nejen ovlivňovat, ale i zraňovat (Martínková et al., 2005). Nízké pH prostředí limituje růst kořenů a v kombinaci se suchými stanovištními podmínkami může omezovat konkurenceschopnost druhů citlivějších na kyselost prostředí vůči plevelům (Panciera et Sparrow, 1995). Činnost kořene sama o sobě vytváří silné gradienty v okolí půdy, například prostřednictvím vyčerpání imobilních živin (např. fosfor).

Tvorba hlízek je ovlivňována, podobně jako kořen, ekologickými podmínkami stanoviště (zastínění, obsah živin v půdě, pesticidy, půdní struktura, vlhkost, půdní reakce apod.), druhem rostliny (její chemické, fyzikální a genetické vlastnosti) a kmeny rhizobií (Möllerová, 1978).

3. 5. 1 Hlavní živiny pro správnou stimulaci rostlinných orgánů

Rostliny mohou přijímat živiny dalšími orgány, kromě kořenů i listy, stonky, květy (u stromů i větvemi a kmenem). Důležitým předpokladem působení jednotlivých živin je, aby roztok zasáhl co největší plochu rostliny a zůstal tam co nejdéle dobu.

3. 5. 1. 1 Dusík

Dusík je nezbytný pro růst rostlin a přímo ovlivňuje tvorbu a produkci biomasy. Rostliny přijímají dusík ve formě iontů, a to kationtu amonného (NH_4^+) nebo aniontu nitratového (NO_3^-). Dusík je rostlině je stavební složkou všech aminokyselin, ze kterých se vytvářejí bílkoviny. Bílkoviny tvoří podstatnou součást

všech živých buněk a pletiv rostlin. Dusík jako složka chlorofylu se spolupodílí na fotosyntéze (Vaněk et al, 2002). Dále je obsažen v celé řadě složitých látek, které zajišťují předávání genetických informací (DNA). Dusík je také součástí enzymů, vitamínů a mnoha dalších biokatalytických látek. Nedostatečná výživa rostlin dusíkem se projevuje omezením růstu a tvorby všech podstatných orgánů, listy žloutnou od spodních pater, popřípadě předčasně opadávají a je vytvořen klamný dojem rychlého dozrávání. Výnos je výrazně snížen a je ovlivněna kvalita produktu (Richter et Hlušek, 1996).

3. 5. 1. 2. Fosfor

Fosfor patří mezi nepostradatelné makrobiogenní prvky. V přirozených podmínkách je často v omezeném množství a omezuje růst rostlin (Wrage et al., 2010). Fosfor je přijímán rostlinami ve formě aniontů kyseliny trihydrogenfosforečné, převážně ve formě H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Bohatě jsou tímto prvkem zásobena mladá dělivá pletiva. Největší spotřeba fosforu je zejména v období kvetení a tvorby plodů, proto jeho nejvyšší podíl obsahují generativní orgány, semena. Je významnou složkou buněčných membrán, fytylin je důležitou zásobní látkou, ze které se fosfor začíná využívat při klíčení semen. Dále má význam ve výstavbě buněčného jádra, při přenosu dědičných vlastností a rozmnožování rostlin. Nejdůležitější fyziologický význam sloučenin fosforu v rostlině spočívá hlavně v přenosech energie při metabolických reakcích. Proto fosfor plní v rostlinách velmi důležitou nezastupitelnou funkci v procesech fotosyntézy, funkci dýchací, metabolismu cukrů, tuků i bílkovin a rostlina ho potřebuje pro celou vegetační dobu (Vaněk et al, 2002). Při nedostatku fosforu je potlačován růst nadzemních orgánů i kořenů a také generativní vývin, je redukováno kvetení s následným snížením výnosu plodů a semen. Rostliny méně odnožují, jsou nízké, listy jsou užší, menší a vzpřímené, stonky slabší a při silném nedostatku dochází k fialovému zbarvení stébel a čepelí listů (Richter et Hlušek, 1996).

3. 5. 1. 3 Draslík

Draslík rostlina přijímá jako kationt K^+ ve velkém množství. V rostlině je velmi pohyblivý a může se přemísťovat ze starších do mladších pletiv. Tento prvek ovlivňuje příjem iontů rostlinou. Jeho zvýšený obsah ve vnějším prostředí stimuluje příjem aniontů (hlavně fosforu a nitrátového dusíku) a potlačuje příjem kationtů (sodíku, hořčíku, vápníku, manganu, zinku aj.). Pro rostliny je významný zejména tím, že příznivě ovlivňuje vodní režim, udržuje v nich turgor a podporuje syntézu glycidů a bílkovin (Kvěch et al., 1987). Za přítomnosti draslíku rostliny lépe syntetizují chlorofyl, zvyšují odolnost proti suchu, nízkým teplotám, poléhání a chorobám. Při nedostatku draslíku je narušena enzymatická syntéza některých kyselin, esterifikace přijatého fosforu a snižuje se příjem amonného dusíku, což má za následek snížení výnosu (Vaněk et al, 2002). Nedostatek draslíku se projevuje poklesnutím turgoru, zavadáním spodních listů a žloutnutí listů od okrajů, což může vést k tvorbě nekrotických skvrn. Listy se svinují odspodu, hlavní stonek je zkrácený, tvoří se boční výhony a rostliny dostávají keřovitý nebo metlovitý vzhled (Richter et Hlušek, 1996).

3. 5. 2 Ostatní důležité živiny pro správný vývoj rostlinných orgánů

Mezi makroelementy patří vápník, uhlík, kyslík, vodík, vápník, síra, hořčík a hlavně již zmiňované dusík, draslík a fosfor. Makroelementy se vyskytují v rostlinách od několika desetin do desítek procent. Mezi mikroelementy patří železo, mangan, zinek, měď, bor a molybden s obsahem zpravidla menším než 0,05 %. I přesto, že jejich potřeba je nižší než dusíku, draslíku a fosforu jsou nezbytné a nezastupitelné. Jejich nedostatek se projevuje poruchami růstu, případně při výrazném nedostatku rostlina nemůže dokončit svůj vegetační cyklus, a nedá senahradit jinou živinou (Vaněk et al, 2002).

3. 5. 3 Hnojení jetelovin

Cílem hnojení je zajistit pro pěstované rostliny nezbytné množství živin potřebných pro dosažení žádoucího výnosu odpovídající kvality a nezávadnosti produkce. Správné stanovení dávky se určuje především podle náročnosti rostlin, výnosové úrovně a obsah živin v půdě (Travník et al., 2001). Hnojení vápníkem, fosforem, draslíkem a hořčíkem se realizuje před založením porostu. Pro zajištění dostatečné fixace vzdušného dusíku potřebují jeteloviny větší množství mikroelementů, zvláště molybdenu a boru. Hnojení jetelovin dusíkem není většinou potřebné a nepřináší výraznější efekt, zvláště u dobře založených a zapojených porostů. Vyšší obsah dusíku v půdě totiž výrazně omezuje fixaci vzdušného dusíku, takže hnojení N nepřináší zvýšení výnosu ani zlepšení kvality produkce (Vaněk et al., 2002).

3. 5. 3. 1 Dusičnan amonný NH_4NO_3

Dusičnan amonný NH_4NO_3 je hnojivo s dvěma formami dusíku. Obsahuje 34 % dusíku, z toho polovinu v nitrátové a polovinu v amonné formě. Je to bílá krystalická sůl nebo granulovaný ve vodě dobře rozpustný (Harmaniak, 1975). Používá se k základnímu hnojení (při předset'ové přípravě půdy) a k hnojení regeneračnímu a produkčnímu během vegetace (Neuberg et al., 1995).

3. 5. 3. 2 Superfosfát P_2O_5

Superfosfát má formu šedých a šedohnědých granulí s obsahem 8,5 % fosforu. Hnojivo s vysokým obsahem sádry. Převážná část fosforu je vodě rozpustná, tudíž lehce přístupná pro rostliny. Superfosfát je univerzální hnojivo pro všechny plodiny při předset'ové přípravě.

3. 5. 3. 3 Chlorid draselný K_2O

Chlorid draselný má formu krystalickou nebo granulovanou s obsahem 50 % draslíku. Je univerzálním draselným hnojivem používaným na všech půdách a ke všem plodinám s výjimkou citlivých na chlór. Používá se při předset'ové přípravě a při orbě.

3. 6. Nádobový pokus

Pro nádobový pokus se užívají nádoby z umělé hmoty s otvory ve dně. Na dno nádoby bývá vložen filtrační papír. Zejména se používá zemina z nehnojeného pozemku a prosívá se přes síto. Před plněním nádob se zemina promíchává a odebere se vzorek na půdní rozbor. Nádoby se naplní zeminou a odváží na stejnou hmotnost (Šimon et Mikanová, 2009).

Nádoby po vysetí semen rostlin jsou zality a umístěny ve skleníku, za příznivých vegetačních podmínek v nezakryté části. Po vyklíčení a vytvoření lístků jsou rostliny vyjednoceny na stejný počet rostlin ve všech nádobách. Pokud není určeno jinak, je zpravidla od každé varianty zakládáno 10 pokusných nádob, aby bylo možno pokus statisticky vyhodnotit. Po celou dobu trvání pokusu jsou rostliny zavlažovány. Během pokusu je třeba nádoby několikrát přemístit, aby byl odstraněn případný vliv prostředí (Vácha et al., 2005).

Při sklizni pokusu a měření jsou rostliny ve fázi začátku kvetení odstřiženy nad povrchem zeminy a nadzemní hmota je uložena, sušena a vážena. Potom je obsah nádoby vysypán a kořeny jsou opatrně vybrány ze zeminy a zbaveny zbytky zeminy. Poté je možné měření kořenů, stanovení počtu hlízek a sušiny kořenů i hlízek. Sušiny kořenů, hlízek, nadzemní hmoty a semena jsou uchovávány pro pozdější celkový rozbor živin. Závěrem je hodnocení nádobových pokusů (Šimon et Mikanová, 2009).

4. METODIKA

4.1 Popis pokusu

Formou nádobového pokusu tohoto výzkumu byla snaha zjistit, jak se projevila dostupnost živin na nadzemní a podzemní orgány zkoumaných rostlin. Nádobový pokus byl proveden ve vegetační hale Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze Ruzyni. Pro tento nádobový pokus byl vybrán druh z čeledi *Fabaceae* (bobovité), jetel prostřední (*Trifolium medium* L.), jehož semena byla získána z Výzkumného ústavu pícninářského, Troubsko. Bylo zvoleno 10 variant dostupnosti živin: N1, N2, P1, P2, K, N1P1, N1P1K1, N2P1K1, N2P2K1 a KONTROLA (tabulka č. 1), každá varianta byla opakována pětkrát. Do nádoby bylo vždy vyseto padesát semen. Objem nádoby byl 30 litrů. Všechny tyto nádoby byly naplněny stejným substrátem, rozděleny a označeny dle variant. Na základě rozborů půd dle Mehlicha byly zjištěny tyto chemické vlastnosti substrátu: $N_{\text{celkem}} = 614$ mg/kg, $K_{\text{Mehlich III}} = 62$ mg/kg, $P_{\text{Mehlich III}} = 16$ mg/kg, $Mg_{\text{Mehlich III}} = 422$ mg/kg, $Ca_{\text{Mehlich III}} = 6\,777$ mg/kg, $pH = 9,14$. Použité druhy hnojiv byly dusičnan amonný, superfosfát a chlorid draselný, jejichž aplikované množství je uvedeno v tabulce č. 1. Semena byla vyseta 2 cm pod povrch půdy. Všechny nádoby byly zalévány stejným množstvím vody dle potřeby. Během pokusu byly zaznamenávány vzcházející rostliny jednotlivých variant (tabulka č. 2). Nadzemní znaky byly hodnoceny týden před ukončením pokusu, kdy byly hodnoceny podzemní znaky. Všechny rostliny pokusu byly naskenovány přístrojem typu Brother MFC - 6890CDW.

Celý pokus je podrobně popsán a zdokumentován formou tabulek, fotografií a grafů v následujících kapitolách.

Tabulka č. 1: Varianty hnojení a množství aplikovaných živin

Varianta	N [kg/ha]	N [g/nádobu]	P [kg/ha]	P [g/nádobu]	K [kg/ha]	K [g/nádobu]
N1	150	6,98	-	-	-	-
N2	300	13,96	-	-	-	-
P1	-	-	40	6,40	-	-
P2	-	-	80	12,79	-	-
K	-	-	-	-	100	3,97
N1P1	150	6,98	40	6,40	-	-
N1P1K	150	6,98	40	6,40	100	3,97
N2P1K	300	13,96	40	6,40	100	3,97
N2P2K	300	13,96	80	12,79	100	3,97
Kontrola	-	-	-	-	-	-

4. 2 Průběh pokusu

Nádobový pokus byl založen 1. dubna 2010 ve vegetační hale Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze Ruzyni a trval 7 měsíců (duben - říjen 2010). Před výsevem semen byla 20. dubna 2010 provedena aplikace NPK hnojiv k příslušným variantám tak, aby v době výsevu již byla hnojiva rozpuštěna. Výsev semen proběhl 5. května 2010. Dne 27. července bylo aplikováno přihnojení NPK ve stejné dávce, jako před výsevem. Dne 14. října byly hodnoceny nadzemní znaky rostlin. Nádobový pokus byl ukončen 21. října 2010, kdy byly rostliny vymyty, naskenovány a následně proběhlo hodnocení podzemních orgánů.

4. 3 Sběr a analýza dat

Rostliny byly odebírány vždy tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození podzemních i nadzemních částí. Základními pomůckami bylo zahradnické nářadí, štětec a pinzeta. Obsah nádob byl vysypán na volnou plochu a rostliny byly opatrně vyjmuty ze substrátu. Po hrubém očištění rostlin následovalo promývání v nádobě pro úplné odstranění nežádoucích zůstatků substrátu. Po dočištění byla vždy celá rostlina spolu s kořenovým systémem rozprostřena na fólii a byla pořízena její dokumentace skenováním.

Výsledky byly statisticky zpracovány. Pro analýzu dat k hodnocení počáteční vzcházivosti a přežití rostlin byl použit Excel 2007 (Microsoft Office 2007). Při hodnocení nadzemních a podzemních znaků rostlin byla použita jednofaktorová ANOVA v programu STATISTICA 10 (StatSoft) a následovalo post hoc srovnání s použitím Tukey HSD testu pro určení významných rozdílů v naměřených datech (nadzemních a podzemních znaků) mezi jednotlivými variantami hnojení.

4. 4 Pozorované znaky nadzemních orgánů

U nadzemních částí byly hodnoceny tyto znaky:

- Prezence květů
- Výška rostliny (cm)
- Délka nejdelšího řapíku (cm)
- Délka nejdelší čepele (cm)
- Počet stonků
- Počet listů na stonku
- Počet listů na rostlině

Pozorované znaky nadzemní části rostliny byly shrnuty v tabulce č. 2.

4. 5 Pozorované znaky podzemních orgánů

U podzemních orgánů byly hodnoceny tyto znaky:

A) Kořen

- Délka hlavního kořene (cm)
- Průměr kořenového krčku (cm)
- Maximální řád větvení kořene
- Počet šlahounů

B) Hlízky

- Velikost hlízek - šířka a délka (mm)
- Barva hlízek (bílá, růžová a zelená)
- Tvar hlízek (kulatý, válcovitý a vějířovitě větvený)

Pozorované znaky kořene a hlízek byly shrnuty do tabulky č. 3.

5. VÝSLEDKY

Analýzou rozptylu (ANOVA) byl testován rozdíl mezi průměry několika skupin, které byly podrobeny působení různých pokusných zásahů, představujících úrovně působícího faktoru, jehož účinek byl sledován. Za pomoci jednofaktorové analýzy rozptylu bylo cílem zjistit, zda existuje statisticky významný (průkazný) rozdíl mezi variantami hnojení. Sledován byl tedy vliv jednoho faktoru (varianty hnojení) na příslušný hodnocený znak nadzemních a podzemních orgánů. Hladina významnosti p (signifikantní; nesignifikantní). Hladina spolehlivosti $\alpha = 0,05$. Kvantil F rozdělení je tedy pro α 95% ($p=1-\alpha$).

Analýza rozptylu testuje globální hypotézu H_0 ($\mu_1=\mu_2=\dots=\mu_k$) platí za předpokladu homogenity variance (a normality). H_1 potom říká, že nejsou všechny střední hodnoty stejné (tedy alespoň jedna se liší od ostatních). Zamítáme-li shodu průměrů ($p<0,05$), závěrem je, že mezi variantami je rozdíl. Nezamítáme-li shodu průměrů ($p>0,05$), závěrem je, že mezi variantami není rozdíl.

Pro mnohonásobné porovnání byl zvolen Tukey-HSD (testuje rozdíly mezi dvojicemi průměrů). Závěrem jsou možnosti: $p<0,05$ mezi 2 skupinami je významný rozdíl, $p<0,01$ mezi 2 skupinami je vysoce významný rozdíl a $p>0,05$ mezi 2 skupinami není rozdíl.

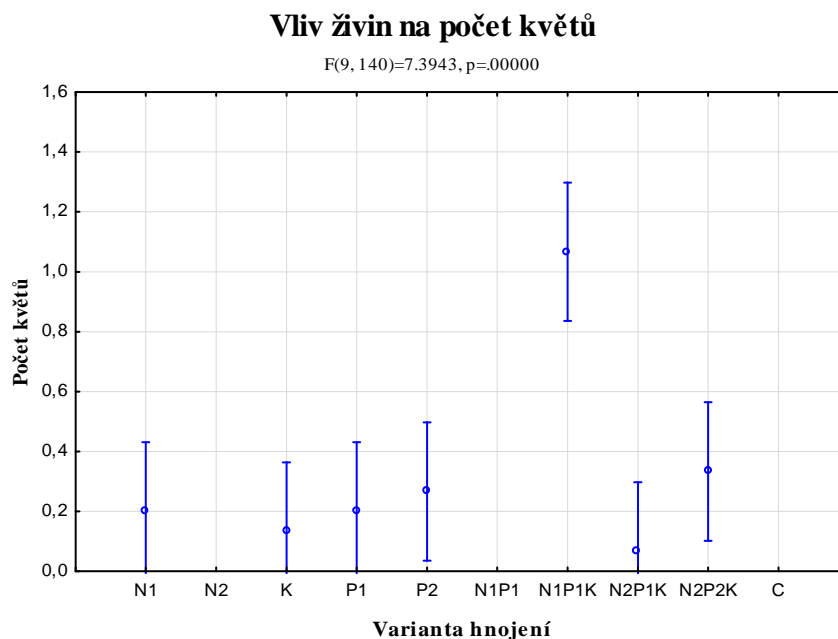
Výsledky celého pokusu byly zpracovány formou tabulky č. 4 a grafů č. 1 – 18 (z toho graf č. 15 a č. 18 vykazují nesignifikantní rozdíly). Rostliny z jednotlivých variant hnojení jsou zdokumentovány formou fotografií (obrázek č. 4 – 15).

A) VYHODNOCENÍ ZNAKŮ NADZEMNÍCH ORGÁNŮ

Statistické vyhodnocení průměrných hodnot nadzemních znaků je uvedeno v tabulce č. 4 a v grafech č. 1 – 7. Pozitivní vliv na květy, výšku rostlin a počet listů na rostlině vykazovaly varianty N1P1K s nejvyššími hodnotami. Na délku řapíku měly pozitivní vliv s nejvyššími hodnotami varianty P1, P2 a N1P1K. Délku čepele, počet stonků, počet listů na stonku pozitivně ovlivnily varianty P2 a N1P1K. Negativní vliv na všechny hodnocené nadzemní znaky měla jednoznačně s nejnižšími hodnotami varianta N2. Nejvyšší hodnoty byly u nadzemních znaků zaznamenány u variant P2 a N1P1K a nejnižší u N2.

1. Prezence květů

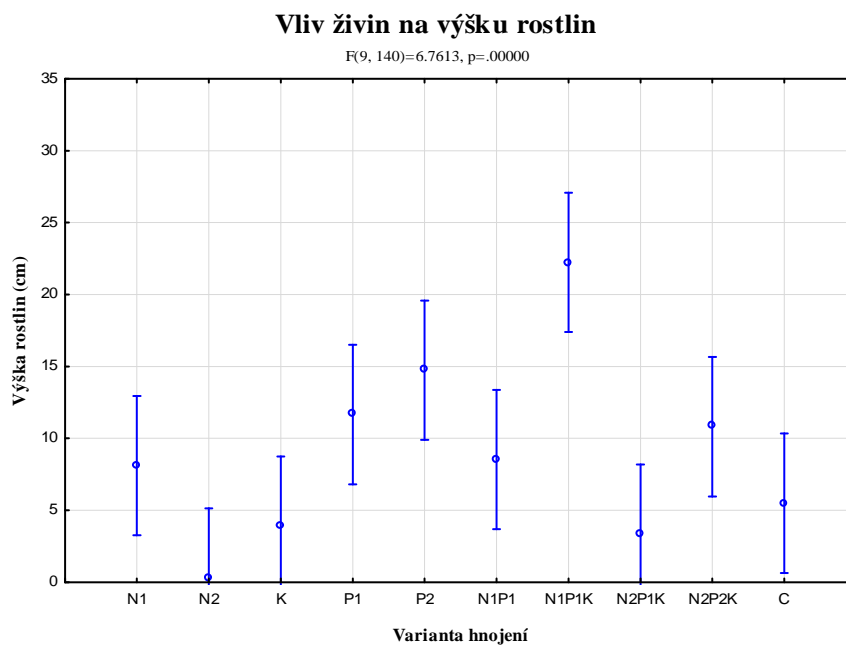
Hodnocený nadzemní znak rostlin – počet květů byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 1). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (1,07) a nejnižší hodnotu, tedy bez květů, vykazovaly varianty N2 (0,00), N1P1 (0,00) a C (0,00). Hodnoty variant N1 (0,20), K (0,13), P1 (0,20), P2 (0,27), N2P1K(0,07) a N2P2K (0,33) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 1: Vliv živin na množství vytvořených květů

2. Výška rostliny

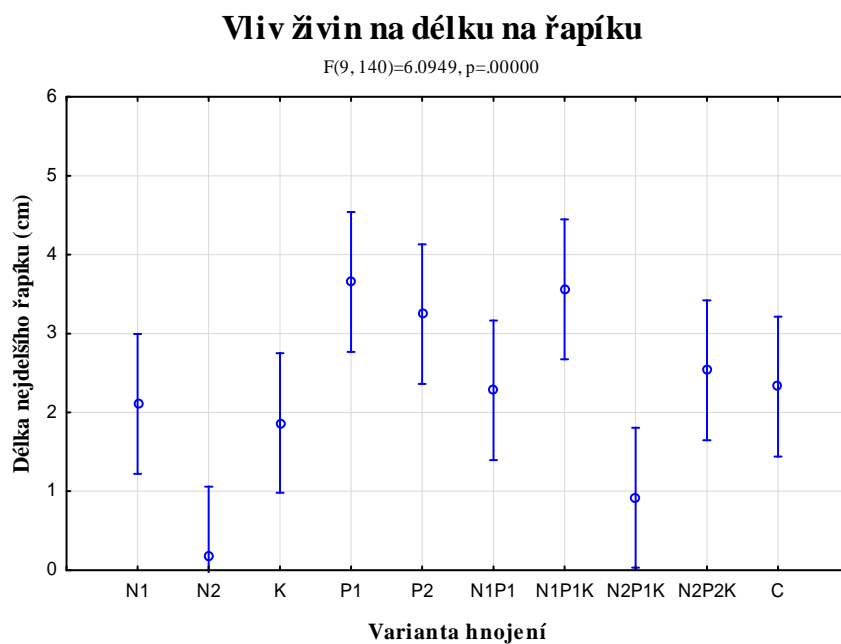
Hodnocený nadzemní znak rostlin – výška rostliny byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 2). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (22,23 cm) a nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,27 cm). Hodnoty variant N1 (8,11 cm), K (3,90 cm), P1 (11,66 cm), P2 (14,74 cm), N1P1 (8,53 cm), N2P1K(3,35 cm), N2P2K (10,81 cm) a C (5,50 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 2: Vliv živin na výšku rostliny

3. Délka nejdelšího řapíku

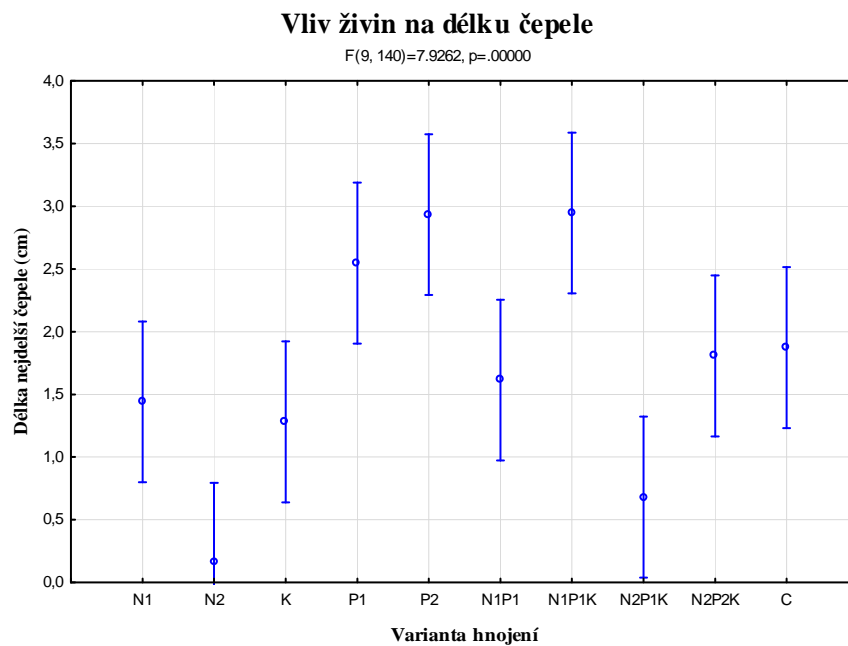
Hodnocený nadzemní znak rostlin – délka nejdelšího řapíku byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 3). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty P1 (3,65 cm), P2 (3,25 cm) a N1P1K (3,56 cm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty N2 (0,17 cm) a N2P1K (0,92 cm). Hodnoty variant N1 (2,11 cm), K (1,87 cm), N1P1 (2,28 cm), N2P2K (2,53 cm) a C (2,33 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 3: Vliv živin na délku řapíku

4. Délka nejdelší čepel

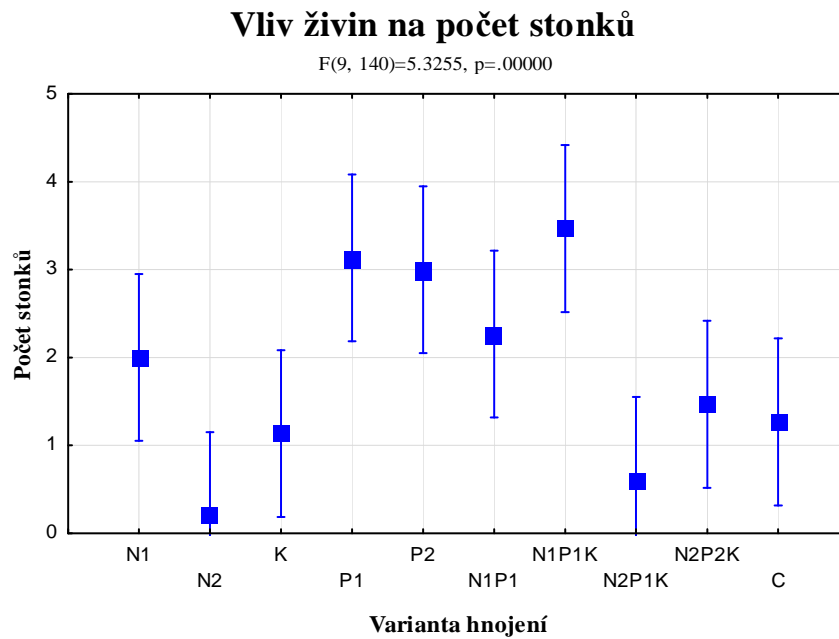
Hodnocený nadzemní znak rostlin – délka nejdelší čepel byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 4). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty P2 (2,93 cm) a N1P1K (2,95 cm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,15 cm). Hodnoty variant N1 (1,44 cm), K (1,28 cm), P1 (2,55 cm), N1P1 (1,61 cm), N2P1K (0,68 cm), N2P2K (1,81 cm) a C (1,87 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 4: Vliv živin na délku čepel

5. Počet stonků

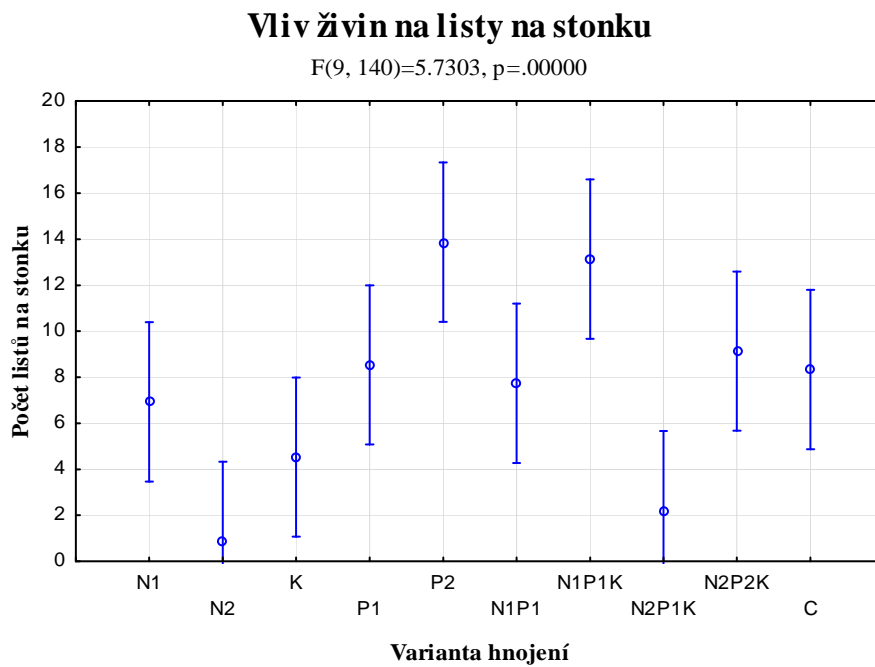
Hodnocený nadzemní znak rostlin – počet stonků byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 5). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (3,47). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty N2 (0,20) a N2P1K (0,60). Hodnoty variant N1 (2,00), K (1,13), P1 (3,13), P2 (3,00), N1P1 (2,27), N2P2K (1,47) a C (1,27) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 5: Vliv živin na množství stonků

6. Počet listů na stonku

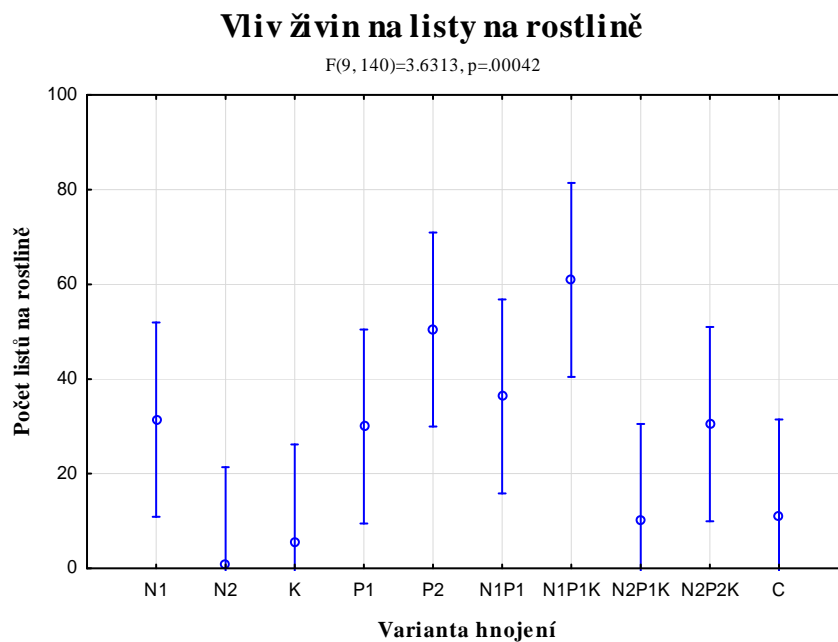
Hodnocený nadzemní znak rostlin – počet listů na stonku byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 6). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty P2 (13,87) a N1P1K (13,13). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,87). Hodnoty variant N1 (6,93), K (4,53), P1 (8,53), N1P1 (7,73), N2P1K (2,20) N2P2K (9,13) a C (8,33 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 6: Vliv živin na počet listů na stonku

7. Počet listů na rostlině

Hodnocený nadzemní znak rostlin – počet listů na rostlině byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 7). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (60,93). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,87). Hodnoty variant N1 (31,40), K (5,67), P1 (29,93), P2(50,47), N1P1 (36,33), N2P1K (10,00), N2P2K (30,47) a C (10,93) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



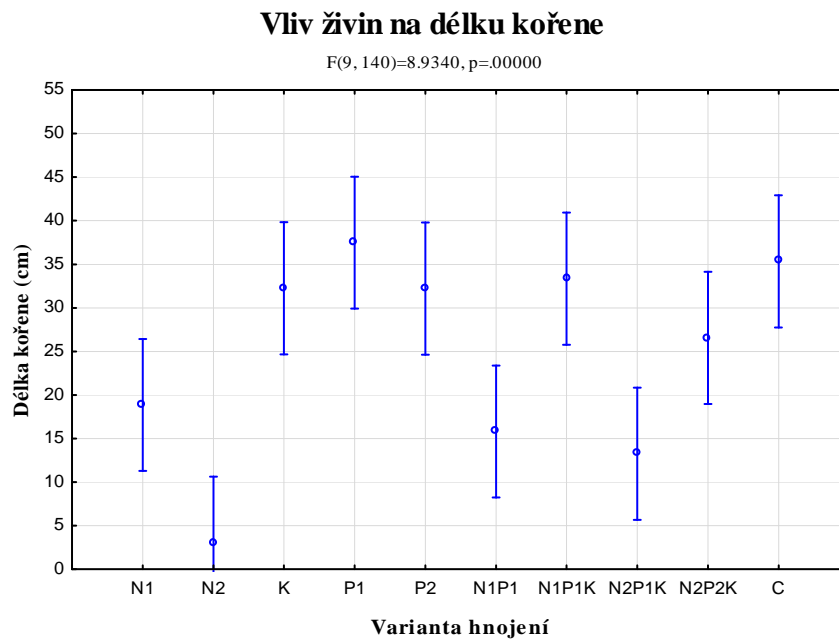
Graf č. 7: Vliv živin na počet listů na rostlině

B) VYHODNOCENÍ ZNAKŮ PODZEMNÍCH ORGÁNŮ

Statistické vyhodnocení průměrných hodnot nadzemních znaků je uvedeno v tabulce č. 4 a v grafech č. 8 – 18. Pozitivní vliv na délku hlavního kořene a průměr kořenového krčku vykazovala varianta P1 s nejvyššími hodnotami. Na řád větvení kořene měly pozitivní vliv s nejvyššími hodnotami varianty K a P1. Velikost hlízek (šířka a délka) vykazovaly varianty K a P1. U šlahounů byly nejvyšší hodnoty u variant K, P1, P2, N1P1K a N2P2K. Na růžovou barvu hlízek pozitivně působily varianty K, P1, P2, N1P1 a N2P2K. U zelené a bílé barvy hlízek nebyly rozdíly statisticky významné (průkazné). Na válcovitý tvar hlízek pozitivně působily varianty K a P1 a na kulatý tvar varianta N1P1K. U vějířovitého tvaru hlízek nebyly rozdíly statisticky významné (průkazné). Negativní vliv na všechny hodnocené podzemní znaky měla jednoznačně s nejnižšími hodnotami varianta N2. Nejvyšší hodnoty byly u podzemních znaků zaznamenány u variant K, P1 a N1P1K a nejnižší u N2.

1. Délka hlavního kořene

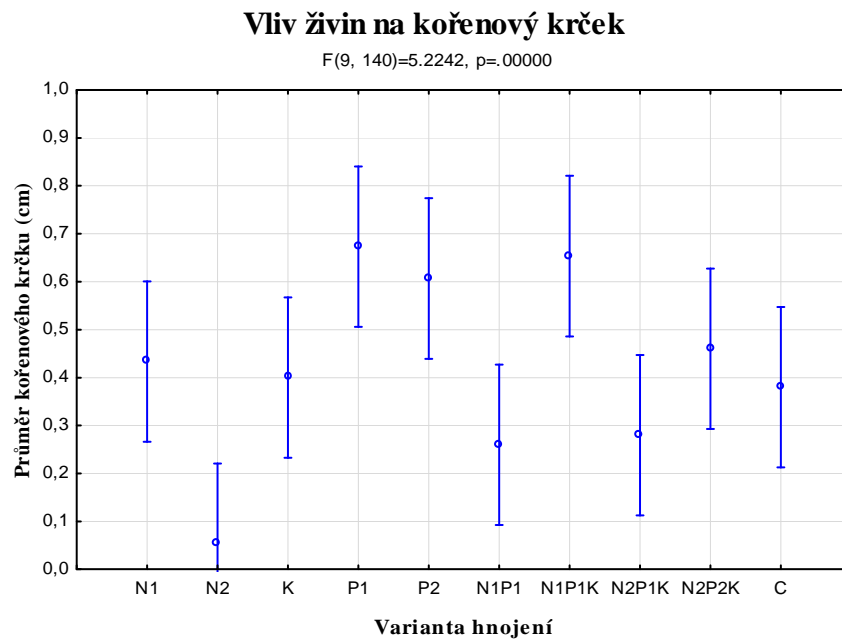
Hodnocený podzemní znak rostlin – délka hlavního kořene byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 8). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta P1 (37,49 cm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (3,05 cm). Hodnoty variant N1 (18,86 cm), K (32,25 cm), P2 (32,21 cm), N1P1 (15,82 cm), N1P1K (33,34 cm), N2P1K (13,26 cm), N2P2K (26,55 cm) a C (35,34 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 8: Vliv živin na délku hlavního kořene

2. Průměr kořenového krčku

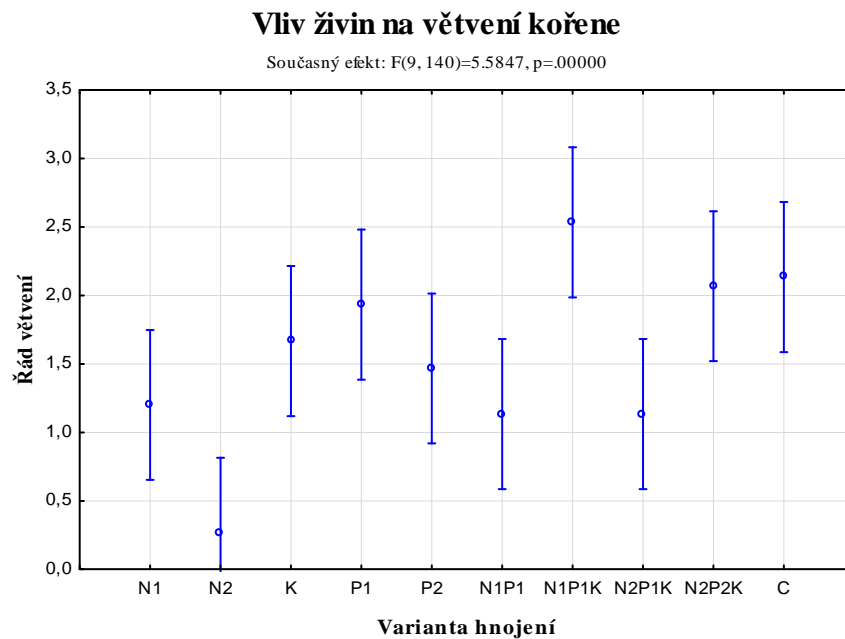
Hodnocený podzemní znak rostlin – průměr kořenového krčku byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 9). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta P1 (0,67 cm), P2 (0,61 cm) a N1P1K (0,65 cm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,05 cm) a varianta. Hodnoty variant N1 (0,43 cm), K (0,40 cm), N1P1 (0,26 cm), N2P1K (0,28 cm), N2P2K (0,46 cm) a C (0,38 cm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 9: Vliv živin na průměr kořenového krčku

3. Maximální řád větvení kořene

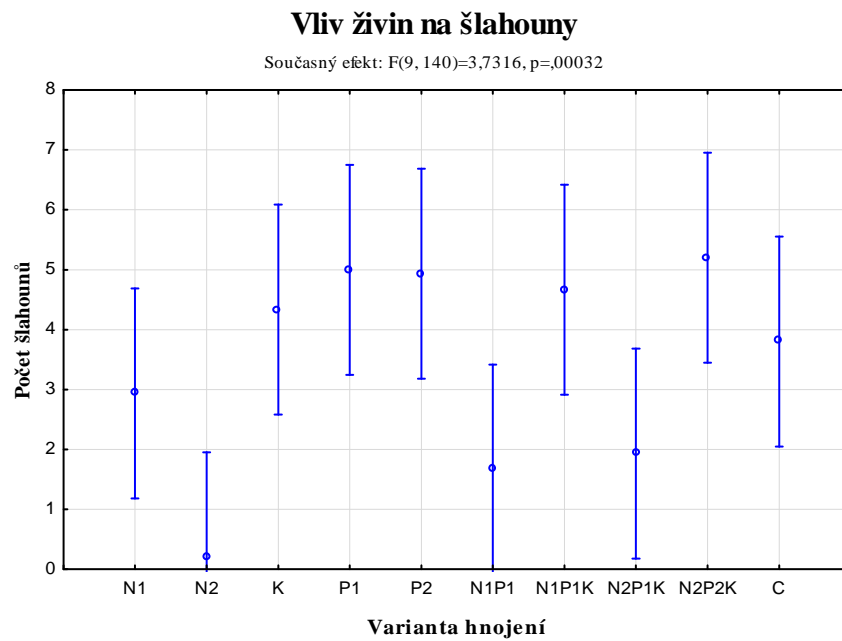
Hodnocený podzemní znak rostlin – řád větvení kořene byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 10). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (2,53). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,27). Hodnoty variant N1 (1,20), K (1,67), P1 (1,93), P2 (1,47), N1P1 (1,13), N2P1K (1,13), N2P2K (2,07) a C (2,13) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 10: Vliv živin na větvení kořene

4. Počet šlahounů

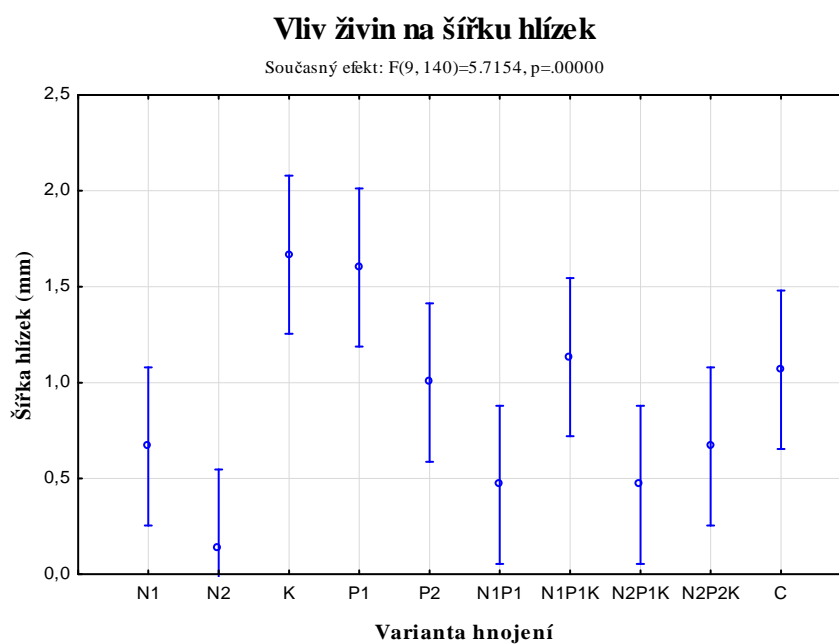
Hodnocený podzemní znak rostlin – počet šlahounů byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 11). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty P1 (5,00), P2 (4,93) a N2P2K (5,20). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,20). Hodnoty variant N1 (2,97), K (4,33), N1P1 (1,67), N1P1K (4,67), N2P1K (1,93) a C (3,80) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 11: Vliv živin na počet šlahounů

5. Šířka hlízek

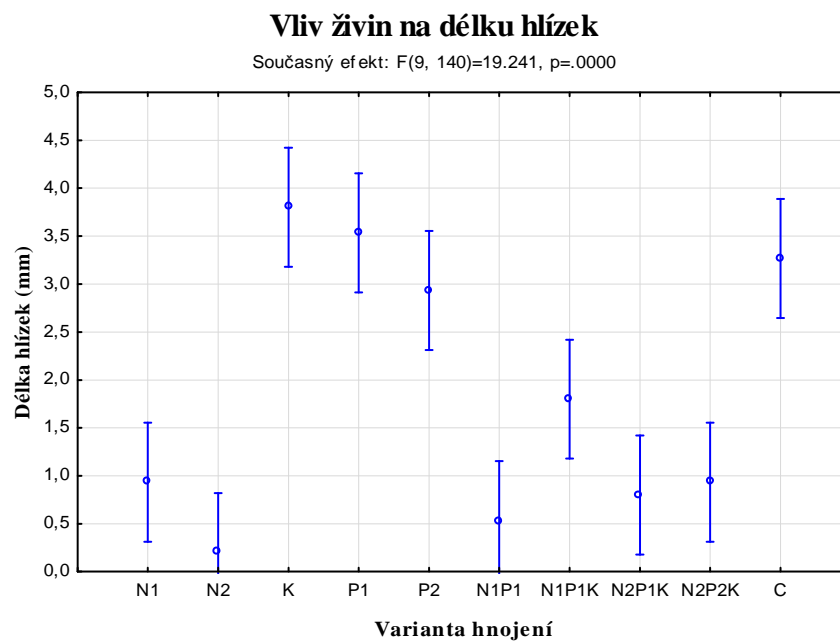
Hodnocený podzemní znak rostlin – šířka hlízek byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 12). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty K (1,67 mm) a P1 (1,60 mm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,13 mm). Hodnoty variant N1 (0,67 mm), a P2 (1,00 mm), N1P1 (0,47 mm), N1P1K (1,13 mm), N2P1K (0,47 mm), N2P2K (0,67 mm) a C (1,07 mm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 12: Vliv živin na šířku hlízek

6. Délka hlízek

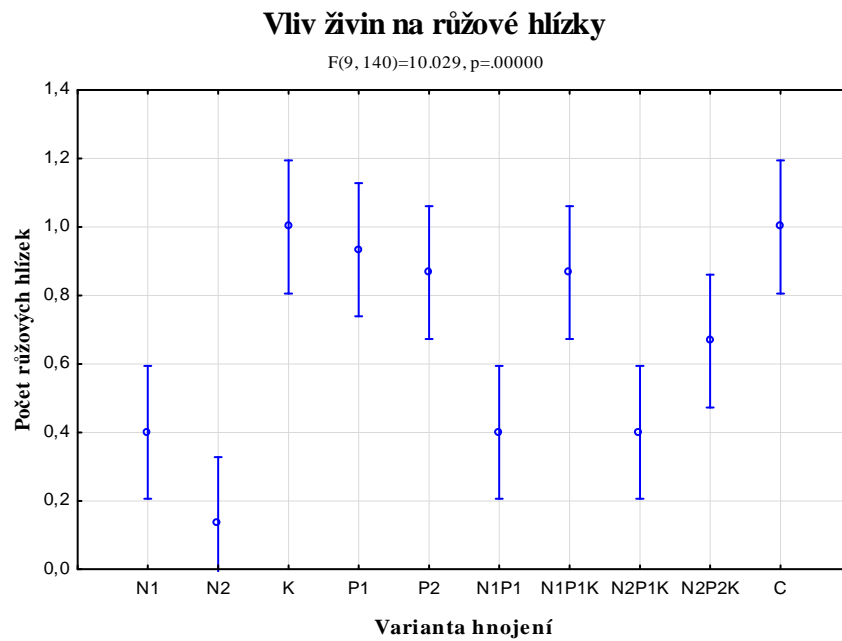
Hodnocený podzemní znak rostlin – délka hlízek byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 13). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty K (3,80 mm) a P1 (3,53 mm). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,20 mm). Hodnoty variant N1 (0,93 mm), P2 (2,93 mm), N1P1 (0,53 mm), N1P1K (1,80 mm) N2P1K (0,80 mm). N2P2K (0,93 mm) a C (3,27 mm) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 13: Vliv živin na délku hlízek

7. Růžové hlízky

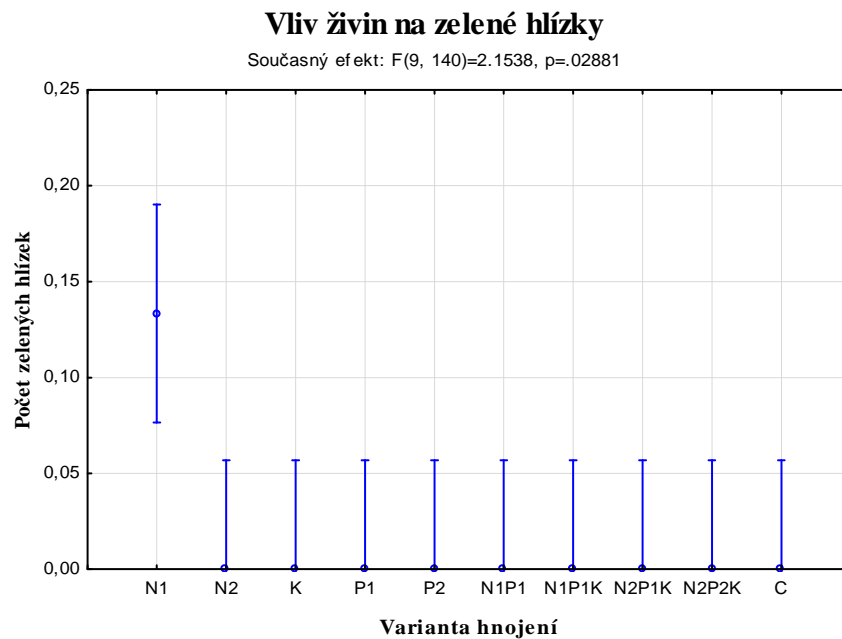
Hodnocený podzemní znak rostlin – růžové hlízky byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 14). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty K (1,00), P1 (0,93), P2 (0,87), N1P1K (0,87) a C(1,00). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N2 (0,13). Hodnoty variant N1 (0,40), N1P1 (0,40), N2P1K (0,40), N2P2K (0,67) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 14: Vliv živin na počet růžových hlízek

8. Zelené hlízky

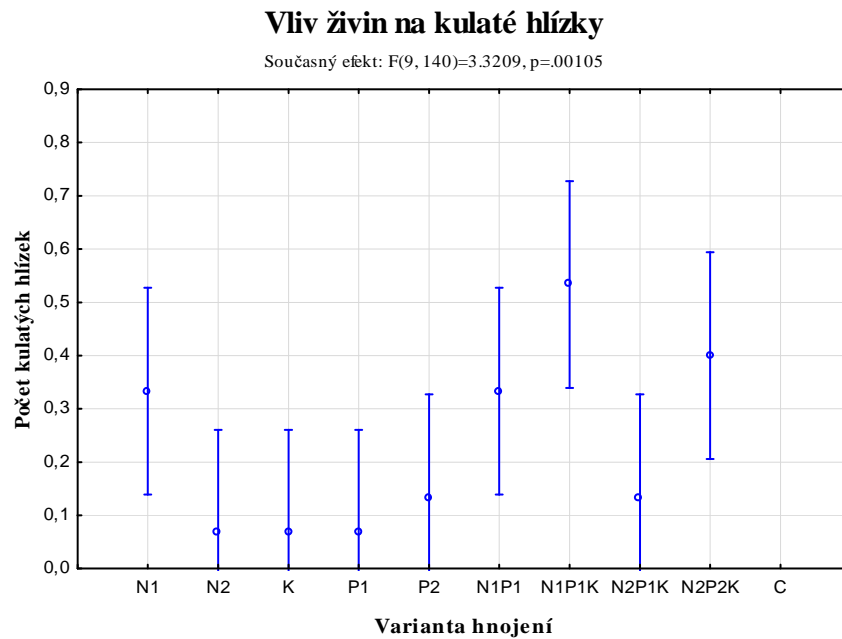
Hodnocený podzemní znak rostlin – zelené hlízky nebyl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 15). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1 (0,13). Ostatní varianty vykazovaly N2, K, P1, P2, N1P1, N1P1K, N2P1K, N2P2K a C nulovou hodnotu. Rozdíl mezi variantami je nesignifikantní.



Graf č. 15: Vliv živin na počet zelených hlízek

9. Kulaté hlízky

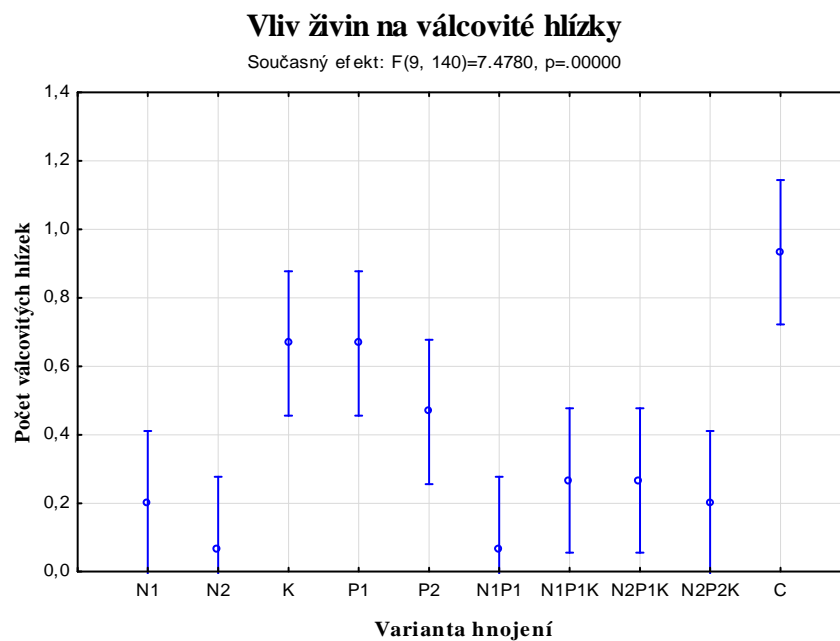
Hodnocený podzemní znak rostlin – kulaté hlízky byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 16). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovala varianta N1P1K (0,53). Nejnižší hodnotu vykazovaly varianty N2 (0,07), K (0,07), P1 (0,07) a C (0,00). Hodnoty variant N1 (0,33), P2 (0,13), N1P1 (0,33), N2P1K (0,13) N2P2K (0,40) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 16: Vliv živin na počet kulatých hlízek

10. Válcovité hlízky

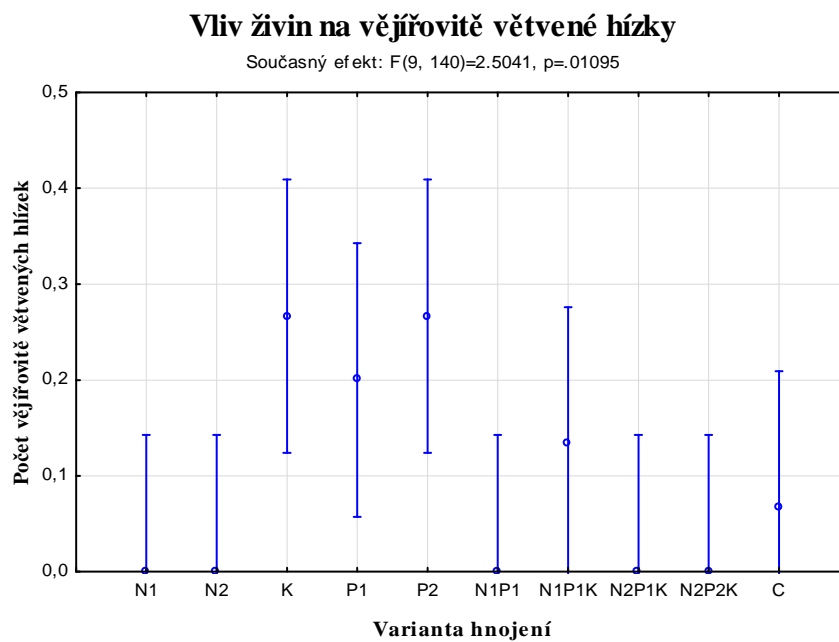
Hodnocený podzemní znak rostlin – válcovité hlízky byl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 17). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty K (0,67), P1 (0,67) a C (0,93). Nejnižší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty N2 (0,07) a N1P1 (0,07). Hodnoty variant N1 (0,20), P2 (0,47), N1P1K (0,27), N2P1K (0,27), N2P2K (0,20) byly středními hodnotami mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami.



Graf č. 17: Vliv živin na počet válcovitých hlízek

11. Vějířovitě větvené hlízky

Hodnocený podzemní znak rostlin – vějířovitě větvené hlízky nebyl významně ovlivněn variantami hnojení (graf č. 18). Nejvyšší průměrnou hodnotu vykazovaly varianty K (0,27) a P2 (0,27). Ostatní varianty vykazovaly podobné N1 (0,00), N2 (0,00), P1 (0,20), N1P1 (0,00), N1P1K (0,13), N2P1K (0,00), N2P2K (0,00) a C (0,07). Rozdíl mezi variantami je nesignifikantní.



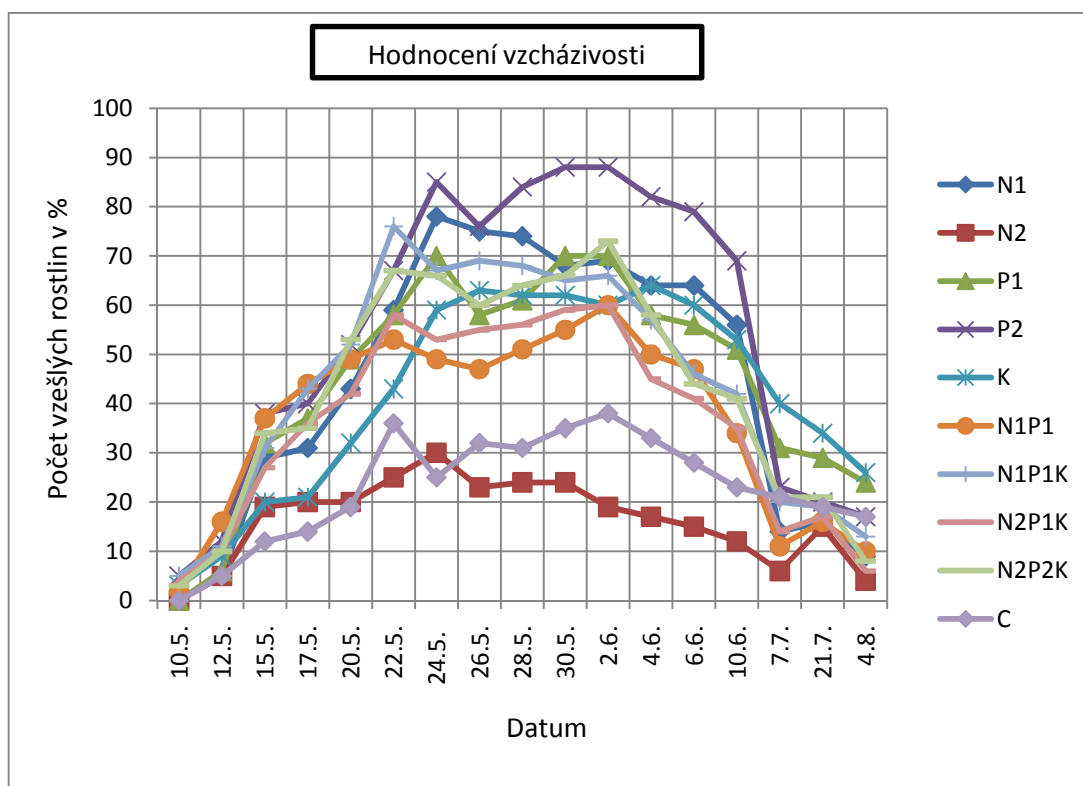
Graf č. 18: Vliv živin na počet vějířovitě větvených hlízek

Tabulka č. 4 Jednofaktorová ANOVA - Tukeyův HSD použita pro test významných rozdílů mezi živinami

ŽIVINY	N1	N2	K	P1	P2	N1P1	N1P1K	N2P1K	N2P2K	c	Jednofaktorová ANOVA	
											F	p
Prezence květů	0.20 ^a	0.00 ^a	0.13 ^a	0.20 ^a	0.27 ^a	0.00 ^a	1.07 ^b	0.07 ^a	0.03 ^a	0.00 ^a	7.39	< 0.000 ^x
Výška rostliny (cm)	8.11 ^{abc}	0.29 ^a	3.90 ^{abc}	11.66 ^{bcd}	14.74 ^{cd}	8.53 ^{abc}	22.23 ^d	3.35 ^{ab}	10.81 ^{abc}	5.50 ^{abc}	6.76	< 0.000 ^x
Délka nejdelšího řapíku (cm)	2.11 ^{abc}	0.17 ^d	1.87 ^{abc}	3.65 ^a	3.25 ^a	2.28 ^{ab}	3.56 ^a	0.92 ^{bd}	2.53 ^{ab}	2.33 ^{ab}	6.10	< 0.000 ^x
Délka nejdelší čepel (cm)	1.44 ^{ab}	0.15 ^d	1.28 ^{abd}	2.55 ^{bc}	2.93 ^c	1.61 ^{abc}	2.95 ^c	0.68 ^{a^{bd}}	1.81 ^{abc}	1.87 ^{abc}	7.93	< 0.000 ^x
Počet stonků	2.00 ^{abc}	0.20 ^a	1.13 ^{ab}	3.13 ^{ab}	3.00 ^{ab}	2.27 ^{abc}	3.47 ^d	0.60 ^a	1.47 ^{abc}	1.27 ^{ab}	5.33	< 0.000 ^x
Počet listů na stonku	6.93 ^{abc}	0.87 ^a	4.53 ^{ab}	8.53 ^{abc}	13.87 ^d	7.73 ^{abc}	13.13 ^d	2.20 ^{ab}	9.13 ^{cd}	8.33 ^{abc}	5.73	< 0.000 ^x
Počet listů na rostlině	31.40 ^{abc}	0.87 ^a	5.67 ^{ab}	29.93 ^{abc}	50.47 ^{bc}	36.33 ^{abc}	60.93 ^d	10.00 ^{ab}	30.47 ^{abc}	10.93 ^{ab}	3.63	< 0.000 ^x
Délka hlavního kořene (cm)	18.86 ^{acde}	3.05 ^d	32.25 ^{ab}	37.49 ^b	32.21 ^{abc}	15.82 ^{cde}	33.34 ^{ab}	13.26 ^{de}	26.55 ^{abce}	35.34 ^{ab}	8.93	< 0.000 ^x
Průměr kořenového krčku (cm)	0.43 ^{abc}	0.05 ^d	0.40 ^{abcd}	0.67 ^c	0.61 ^{abc}	0.26 ^{ad}	0.65 ^{bc}	0.28 ^{abd}	0.46 ^{abc}	0.38 ^{abcd}	5.22	< 0.000 ^x
Maximální řád větvení kořene	1.20 ^{ac}	0.27 ^c	1.67 ^{ab}	1.93 ^{ab}	1.47 ^{abc}	1.13 ^{ac}	2.53 ^b	1.13 ^{ac}	2.07 ^{ab}	2.13 ^{ab}	5.59	< 0.000 ^x
Počet šlahounů	2.93 ^{ab}	0.20 ^b	4.33 ^a	5.00 ^a	4.93 ^a	1.67 ^{ab}	4.67 ^a	1.93 ^{ab}	5.20 ^a	3.80 ^{ab}	3.73	< 0.000 ^x
Šířka hlízek (mm)	0.67 ^{abc}	0.13 ^a	1.67 ^d	1.60 ^{cd}	1.00 ^{abcd}	0.47 ^{ab}	1.13 ^{bcd}	0.47 ^{ab}	0.67 ^{abc}	1.07 ^{abcd}	5.72	< 0.000 ^x
Délka hlízek (mm)	0.93 ^{ab}	0.20 ^a	3.80 ^c	3.53 ^c	2.93 ^{cd}	0.53 ^{ab}	1.80 ^b	0.80 ^{ab}	0.93 ^{ab}	3.27 ^c	19.24	< 0.000 ^x
Růžové hlízky	0.40 ^{bc}	0.13 ^b	1.00 ^a	0.93 ^a	0.87 ^a	0.40 ^{bc}	0.87 ^a	0.40 ^{bc}	0.67 ^a	1.00 ^a	10.03	< 0.000 ^x
Zelené hlízky	0.13 ^{bc}	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	2.15	< 0.029 ^x
Kulaté hlízky	0.33 ^{ab}	0.07 ^a	0.07 ^a	0.07 ^a	0.13 ^{ab}	0.33 ^{ab}	0.53 ^b	0.13 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.00 ^a	3.32	< 0.001 ^x
Válcovité hlízky	0.20 ^{ab}	0.07 ^a	0.67 ^{bc}	0.67 ^{bc}	0.47 ^{abc}	0.07 ^a	0.27 ^{ab}	0.27 ^{ab}	0.20 ^{ab}	0.93 ^c	7.48	< 0.000 ^x
Vějířovitě větvené hlízky	0.00 ^a	0.00 ^a	0.27 ^a	0.20 ^a	0.27 ^a	0.00 ^a	0.13 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.07 ^a	2.50	< 0.011 ^x

C) VYHODNOCENÍ POČÁTEČNÍ VZCHÁZIVOSTI A PŘEŽITÍ ROSTLIN

Hodnocení počáteční vzcházivosti a přežití rostlin probíhalo v období od 10. 5. – 4. 8. 2010. Ukončení hodnocení bylo v době, kdy se předpokládalo, že všechny rostliny s dobrým potenciálem růstu již vzešly. Vliv živin na rostliny byl pozorován ve srovnání s kontrolou. Pozitivní vliv na vzcházení a přežití rostlin měla varianta P2. Negativní vliv vykazovala varianta N2. Ostatní varianty N1, P1, K, N1P1, N1P1K1, N2P1K1, N2P2K1 vykazovaly obdobné hodnoty. Nashromážděná data vzcházivosti a přežití rostlin byla zpracována v grafu č. 19.



Graf č. 19: Procentuální počet vzešlých rostlin dané varianty hnojení v den hodnocení

6. DISKUZE

Od dubna do října 2010 byl ve vegetační hale Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze Ruzyni proveden pokus se zaměřením na vliv dostupnosti živin na druh *Trifolium medium*. Hlavní pozornost byla věnována především vlivu dusíku, fosforu a draslíku, které hrají důležitou roli při růstu a vývoji rostlin. Studium adaptace rostlin na různou dostupnost těchto živin je tedy velice aktuálním tématem. Pro tyto studie byla použita metoda nádobového pokusu, která se osvědčila při výzkumu vlivu fosforu (Steel et Humphreys, 1974) či při studiu vlivu fosforu a draslíku (Weiner, 1980). V práci Sultana (2000) byl prokázán rozdílný vliv dostupnosti živin na nadzemní orgány rostlin tak, jako v provedeném pokusu. Dále byl nalezen vliv na kořenový systém podobně jako v práci Forde et Lorenzo (2001). Také byla sledována rozdílná reakce rostlin na živiny při růstu a vývoji, stejně jako uvádějí Woodman et al. (1998).

Vaněk et al. (2002) píší, že vyšší obsah dusíku v půdě výrazně omezuje fixaci vzdušného dusíku, takže hnojení dusíkem nepřináší zvýšení výnosu ani zlepšení kvality produkce, což se v pokusu potvrdilo. Hnojení dusíkem prokázalo negativní vliv jak na nadzemní, tak podzemní pozorované orgány rostlin. Také Roumet et al. (2008) sledovali negativní vliv na *Trifolium angustifolium*, který se projevil sníženou tvorbou hlízek stejně jako u pozorovaného druhu *Trifolium medium*. Podle výsledků Křišťálové et al. (2010) u vzházivosti *Rumex obtusifolius* a *Rumex crispus* byl nejnižší vliv ze všech variant s N₂ aplikací a nevyšší u P1 a P2. Tyto výsledky jsou srovnatelné se vzházivostí provedeného nádobového pokusu s *Trifolium medium*. Fosfor podporoval celkový růst rostlin. Stejný vliv na nadzemní části legumóz (rostliny čeledi *Fabaceae*) zjistili také Adams et al. (2002). Pozitivní vliv fosforu na biomasu podzemních orgánů byl nalezen v souladu s prací Patreze et Cordeiro (2005). Fosfor se také projevil ve větší délce hlavního kořene, stejně jako ve studii vlivu na *Medicago* (Baligar, 1987).

Chmelíková et Hejzman (2011) uvádějí, že na přirozeném stanovišti dosahoval *Trifolium medium* vyššího řádu větvení kořene, než tomu bylo v provedeném pokuse. Zároveň v rámci pokusu nebyly nalezeny oddenky. Tento fakt by mohl být vysvětlen prostorovým omezením v rámci nádoby a vlastnostmi substrátu, který měl vysoké pH. Leguminózy upřednostňují kyselější substrát, což se v provedeném pokuse

mohlo projevit, neboť pH substrátu v nádobách bylo zásadité. Cruz et al. (1997) na základě nádobového pokusu ukázali, že aplikace fosforu do kyselého substrátu podněcuje nárůst nadzemní biomasy u *Pachyrhizus erosus* (druh fazolu).

Významný vliv měla kombinace aplikovaných živin a jejich množství. Fageria et Zimmermann (1995) dodávali rostlinám dusík, což nemělo vliv na množství biomasy. Zároveň při aplikaci dusíku a nedostatku fosforu bránila tato kombinace tvorbě hlízek. Kombinace hnojiv a zejména jejich množstevní poměr, kdy zvýšená dávka dusíku spolu s fosforem a draslíkem, se projevila negativně na růstu rostlin, ačkoliv tato kombinace v provedeném pokuse působila v menších dávkách pozitivně. Hodnota pH substrátu mohla mít významný vliv ve vztahu rostlin k aplikovaným živinám, např. Jo et al. (1981) zaznamenali pozitivní vliv dusíku a vápnění na *Trifolium s.l.* a *Medicago s.l.*

Vzhledem k velkému množství interakcí mezi jednotlivými vlivy prostředí (světlo, pH, zrnitost substrátu, aj.) by bylo vhodné tuto práci doplnit dalším výzkumem. Reakce rostlin vypovídá o vztahu k jednotlivým živinám, ale zároveň je důležité zohlednit stanovištní nároky jednotlivých druhů. Této problematice bude v budoucnu jistě věnována i nadále značná pozornost (Crews et Peoples, 2003; Garg et Geetanjali, 2009; Graham et Vance, 2000), jelikož v dnešní době, kdy je životní prostředí stále více zatěžováno látkami nepřírodního původu, např. z průmyslu a zemědělství, mohou rostliny z čeledi *Fabaceae* umožnit přirozenou dotaci dusíku pro zemědělské plochy bez případných nežádoucích vedlejších účinků či vlivů na okolní prostředí.

7. ZÁVĚR

Z dané problematiky vyplývá, že dostupnost živin je pro růst a vývoj rostlin velmi důležitý. Je patrné, že při nedostatečné či nadbytečné výživě neprobíhají správně funkce k realizaci reprodukčních schopností rostlin.

Cílem tohoto výzkumu bylo vyhodnotit vliv dostupnosti živin (NPK) na růst a vývoj *Trifolium medium* na základě nádobového pokusu pro který bylo použito 10 variant dostupnosti živin: N1, N2, P1, P2, K, N1P1, N1P1K1, N2P1K1, N2P2K1 a KONTROLA.

Výsledky statistického vyhodnocení průměrných hodnot nadzemních znaků jsou uvedeny v tabulkách a grafech. Nejvyšší hodnoty byly u nadzemních znaků zaznamenány u variant P2 a N1P1K a nejnižší u N2. Pozitivní vliv na počet květů, výšku rostlin a počet listů na rostlině byl zaznamenán u varianty N1P1K s nejvyššími hodnotami. U délky řapíku byl zaznamenán pozitivní vliv s nejvyššími hodnotami u variant P1, P2 a N1P1K. Délku čepele, počet stonků, počet listů na stonku pozitivně ovlivnily varianty P2 a N1P1K. Negativní vliv na všechny hodnocené nadzemní znaky vykazovala jednoznačně s nejnižšími hodnotami varianta N2.

Výsledky statistického vyhodnocení průměrných hodnot nadzemních znaků jsou uvedeny v tabulkách a grafech. Nejvyšší hodnoty u podzemních znaků byly zaznamenány u variant K, P1 a N1P1K a nejnižší u N2. Pozitivní vliv na délku hlavního kořene a průměr kořenového krčku vykazovala varianta P1 s nejvyššími hodnotami. Na řád větvení kořene měly pozitivní vliv s nejvyššími hodnotami varianty K a P1. Velikost hlízek (šířka a délka) vykazovaly varianty K a P1. U šlahounů byly nejvyšší hodnoty u variant K, P1, P2, N1P1K a N2P2K. Na růžovou barvu hlízek pozitivně působily varianty K, P1, P2, N1P1 a N2P2K. U zelené a bílé barvy hlízek nebyly rozdíly statisticky významné (průkazné). Na válcovitý tvar hlízek pozitivně působily varianty K a P1 a na kulatý tvar varianta N1P1K. U vějířovitého tvaru hlízek nebyly rozdíly statisticky významné (průkazné). Negativní vliv na všechny hodnocené podzemní znaky vykazovala jednoznačně s nejnižšími hodnotami varianta N2.

Z výsledků vlastní práce tedy vyplývá, že u čeledi *Fabaceae*, která má schopnost vázat vzdušný dusík a tudíž si jej obstarat z vnějšího prostředí, hnojení dusíkem negativně působí na růst jak nadzemních, tak podzemních orgánů. Naproti

tomu, hnojení fosforem působí na růst výrazně pozitivně u nadzemních i pozemních orgánů. Hnojení draslíkem se pozitivně projevilo na růst podzemních orgánů. Rozdíly mezi variantami hnojení jsou dobře rozpoznatelné z fotodokumentace.

Závěrem je, že po provedení pokusu a následné interpretaci výsledků by měla být tato problematika předmětem dalšího zkoumání. Hlubší výzkum, zaměřený na snížení používání průmyslových hnojiv prostřednictvím zvýšení pěstování leguminóz, přispěje ke zlepšení životního prostředí.

8. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ADAMS, M.A., BELL, T.L., PATE, J.S., 2002: Phosphorus sources and availability modify growth and distribution of root clusters and nodules of native Australian legumes. *Plant, Cell and Environment* 25: 837–850.
- BALIGAR V.C., 1987: Phosphorus uptake parameters of alfalfa and corn as influenced by P and pH. *Journal of plant nutrition* 10 (1): 33-46.
- BRIGGS D. et WALTER S. M., 1997: *Plant variation and Evolution*. Cambridge University Press: 512.
- CREWS, T. E., PEOPLES, M. B., 2003. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human Leeds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 279-297. doi:10.1016/j.agee.2003.09.018.
- CRUZ G.N., STAMFORD N.P., SILVA J.AA., 1997: Effects of inoculation with *Bradyrhizobium* and urea application on nitrogen fixation and growth of yam bean (*Pachyrhizus erosus*) as affected by phosphorus fertilisers in an acid soil. *Tropical Grasslands* 31: 538-542.
- DOLEJŠ K., 2002: *Botanika I.*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 94 s, ISBN 80-213-0959-8.
- FAGERIA N.K., ZIMMERMANN F.J.P, 1995: Lime and phosphorus interactions on growth and nutrient uptake by upland rice, bean, common bean, and corn in an acid soil. *Journal of plant nutrition* 18(11): 2519-2532.
- FITTER A. H. et STICKLAND T. R., 1991: Architectural analysis of plant root systems 2. Influence of nutrient supply on architecture in contrasting plant species. *New Phytologist* 118: 383-389.
- FORDE B. & LORENZO H., 2001: The nutritional control of root development. *Plant Soil* 232: 51-68.
- GARG N. ET GEETANJALI, 2007: Symbiotic nitrogen fixation in legume nodules: process and signalling. A review. - *Agron. Sustain. Develop.* 27: 59-68.

- GRAHAM P.H., VANCE C.P., 1999: Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research* 65: 93-106.
- HARMANIAK I., 1975: Priemyselné hnojivá, Alfa, Bratislava, 404 s.
- HOSKOVEC L. et al., 2010: TRIFOLIUM MEDIUM L. – jetel prostřední/d'atelina prostredná, BOTANY.CZ [online], cit. 20. 3. 2011 dostupné z <http://botany.cz/cs/trifolium-medium/>.
- CHMELÍKOVÁ L., HEJCMAN M., 2011: Root system variability in common legumes in Central Europe. *Biologia*. In press.
- JAKRLOVÁ J., KINCL L., KINCL M., 2003: Biologie rostlin, nakladatelství Fortuna, Praha, 256 s, ISBN 80-7168-736-7.
- JO J., YOSHIDA S., KAYAMA R., 1981: Influence of Soil Acidity and Applied Nitrogen on the Growth and Chemical Compositions of Ladino Clover and Alfalfa. *Journal of Japanese Grassland Science* 27(1): 79-84.
- KLIMEŠOVÁ J., 2005: Kořen jako základní morfologická kategorie? *Živa* 53/4:153 - 155s.
- KLIMEŠOVÁ J., 2006: Jak se stonky dostávají pod zem. *Živa* 54 / 6: 249 - 251s.
- KŘIŠŤÁLOVÁ V., 2010: Ecology of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) and curled dock (*Rumex crispus* L.). Ph.D. Thesis. Faculty of Environmental Sciences, Prague.
- KUTSCHERA L. et LICHTENEGGER E., 2002: Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Leopold Stocker Verlag, Graz: 604s.
- KUTSCHERA L., SOBOTNIK M., LICHTENEGGER E., 1992: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünladpflanzen. Bd.2, *Pteridophyta* und *Dicotyledoneae* (*Magnoliopsida*). Tl. 2, Anatomie. Gustav Fischer, Stuttgart: 261s.
- KVĚCH I., COUFAL V., ŠKODA V., 1987: Biologické základy zemědělské výroby, Vysoká škola zemědělská Praha, Praha, 395 s.
- LYNCH J., 1995: Root Architecture and Plant Productivity. *Plant Physiology* 109:7-13.

- MARTÍNKOVÁ J., SOSNOVÁ M., KOCIÁNOVÁ A., KLIMEŠOVÁ J., 2005: Jak poranění ovlivňuje produkci semen a krátkověkých druhů schopných odnožovat z kořenů. Zprávy České botanické společnosti, Praha 40, Materiály 20: 87 - 101s.
- MÖLLEROVÁ J., 1978: Nodulace Československých zástupců čeledi *Fabaceae*. ms.
- (disertační práce, depon. knih. BÚ ČSAV, Průhonice), 191s.
- MÖLLEROVÁ J., 2006: Symbiotická fixace dusíku. *Živa* 54 / 1, 9 – 12 s.
- NEUBERG J., JEDLIČKA J., ČERVENÁ H., 1995: Výživa a hnojení plodin. Metodika, Ústav zemědělských a potravinářských informací v Praze, 64 s.
- NOVÁK J. et SKALICKÝ M., 2007: Botanika I. – Anatomie a morfologie rostlin, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 146 s.
- NOVÁK J. et SKALICKÝ M., 2008: Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 327s.
- PANCIERA M. T. et SPARROW S. D., 1995: Effects of nitrogen fertilizer on dry matter and nitrogen yield of herbaceous legumes in interior Alaska. *Canadian journal of plant science*: 129 - 134
- RICHTER R. et HLUŠEK J, 1996: Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, Praha, 50s. ISBN:80-7105-121-7
- ROUMET C., LAFONT F., SARI M., WAREMBOURG F., GARNIER E. 2008: Root traits and taxonomic affiliation of nine herbaceous species grown in glasshouse conditions. - *Plant Soil* 312: 69-83.
- SLAVÍK B., 1995: Květena ČR 4. díl, Akademie věd České republiky, Praha, 529 s., ISBN 80-200-0384-3.
- STEEL R.J.H., HUMPHREYS L.R., 1974: Growth and phosphorus response of some pasture legumes sown under coconuts in Bali. *Tropical Grasslands* 8: 171-178.
- SULTAN S.E., 2000: Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. - *Tr. Plant Sci.* 5: 537-542.

- ŠANTRŮČEK J., SVOBODOVÁ M., VESELÁ M., 2003: Encyklopedie pěstování víceletých píceňin na orné půdě, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 60 s
- ŠIMON T. ET, MIKANOVA O., 2009: Principy a nové směry selekcí hlízkových bakterií pro výrobu inokulačních preparátů - METODIKA PRO PRAXI, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 23 s., ISBN 978-80-7427-013-0
- ŠMILAUEROVÁ M. et ŠMILAUER P., 2002: Morphological responses of plant roots to heterogeneity of soil resources. *New Phytologist* 154: 703 – 715.
- ŠTĚPÁNEK J. [EDS.], 2002: Klíč ke květeně České republiky, Academia, Praha: 928 s.
- TANG, C., 1995: Iron in symbiotic nitrogen fixation in legumes, Nedlands WA: Soils science and plant nutrition - The University, 146-175 s.
- TRAVNÍK K. et al., 2001: Metodický návod pro hnojení plodin, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Brno, 26 s.
- TRINCHANT J. C.; DREVON J. J.; RIGAUD J., 2001: Symbiotic nitrogen fixation, Enfield : Science Publications
- VANĚK V., BALÍK J., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P., 2002: Výživa a hnojení polních a zahradních plodin, redakce odborných časopisů, Praha 132 s. ISBN:80-902413-7-9
- VÁCHA R., TLUSTOŠ P., MÜHLBACHOVÁ G., 2005: Vypracování podkladů pro rozhodovací procesy při řešení situací ohrožení rostlinné produkce, pěstované na půdách se zvýšenými obsahy rizikových látek, Zpráva projektu NAZV a MZe ČR č. QF 4063 za rok 2005, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha, 50 s.
- VESELÁ M., MRKVIČKA J., ŠANTRŮČEK J., ŠTRÁFELDA J., VELICH J., VRZAL J., 2004: Návod ke cvičení z pícninářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 203 s, ISBN – 80-213-0435-9
- VOLF F., ŠEBÁNEK J., PROCHÁZKA S., SLADKÝ Z., KUBJATKO F., KROPÁČ Z., 1988: Zemědělská botanika, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 384 s.

- WEINER J., 1980: The effect of plant density, species proportion and potassium-phosphorus fertilization on interference between *Trifolium incarnatum* and *Lolium multiflorum* with limited nitrogen supply. *Journal of Ecology* 68: 969-679.
- WOODMAN, R.F., LOWTHER, W.L., LITTLEJOHN, R.P., HORRELL, R.F., 1998: Establishment response of 12 legumes to nitrogen fertiliser rate and placement when direct drilled into *Hieracium*-infested, montane tussock grasslands. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 41: 53-63.
- WRAGE N., CHAPUIS-LARDY L., ISSELSTEIN J., 2010: Phosphorus, Plant Biodiversity and Climate Change. *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science, Sustainable Agriculture Reviews 3* (ed E Lichtfouse): 147 – 169 s.
- ZAHRAN H. H., 1999: *Rhizobium*-Legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and molecular biology reviews* 63: 968 - 989.

9. PŘÍLOHY



Obrázek č. 2: Nádobový pokus ve vegetační hale Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze Ruzyni



Obrázek č. 3: Použitá hnojiva

9. 1 Fotodokumentace jednotlivých rostlin variant hnojení





N2P2K



KONTROLA



9.2 Data pro statistické vyhodnocení

Varianta	Květ	výška rostliny	délka nejdelšího řapíku	délka nejdejší čepele	počet stonků	počet listů na stonku	počet listů na rostlině
N1	1	6,5	4,5	2,3	2	4	10
N1	1	7	4,4	2,1	3	3	11
N1	1	36	5,9	4,1	9	23	202
N1	0	13,2	4,3	3,1	3	10	35
N1	0	28,6	5,4	3,2	3	14	48
N1	0	3,9	1,5	1,6	2	10	26
N1	0	0,5	0,3	0,3	1	3	3
N1	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	1,8	0,5	0,6	2	3	9
N1	0	3,4	1,6	1,2	1	4	4
N1	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	20,8	3,2	3,1	4	30	123
N1	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0,7	0,5	0,4	1	4	4
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	2,8	1,6	1,5	1	6	6
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0,8	0,5	0,4	1	3	3
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0
K	0	1,3	0,5	0,3	1	3	3
K	0	4,8	1,9	1,9	1	4	4
K	0	5,2	2,1	2,2	1	6	6

K	0	4	1,9	1,2	1	6	6
K	0	2,2	2,3	0,9	1	3	3
K	0	1,4	2,6	0,4	1	8	8
K	0	1,8	0,6	0,7	1	2	2
K	0	0,9	0,5	0,4	1	2	2
K	0	0,7	0,5	0,3	1	2	2
K	0	5,2	3,2	2,1	1	3	3
K	0	10,1	3,9	3,2	1	6	6
K	0	14,4	3,5	2,1	3	7	24
K	0	1,6	0,5	0,6	1	4	4
K	1	1,8	1,2	0,7	1	5	5
K	1	3,1	2,8	2,2	1	7	7
P1	0	3,9	2,5	1,9	3	8	25
P1	0	7,1	3,7	2,7	5	15	77
P1	0	8,8	4,9	2,6	1	19	19
P1	0	9,7	4,8	3,1	1	5	5
P1	0	7,9	4,3	2,6	8	10	83
P1	0	14,2	5,7	2,9	1	6	6
P1	1	28,3	2,5	3	5	11	59
P1	1	10,1	2,9	2,6	2	7	16
P1	1	11,5	4,4	2,8	4	6	27
P1	0	3,9	2,3	2,8	3	6	21
P1	0	17,4	4,3	2,9	3	7	24
P1	0	13,9	3,6	1,4	2	8	18
P1	0	13,1	1,9	2,2	3	6	20
P1	0	11,2	4	1,9	4	8	35
P1	0	13,9	3	2,8	2	6	14
P2	0	3,5	2	1,6	1	8	8
P2	0	7,3	2,5	3,3	2	8	18
P2	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	12	3,4	3,9	2	8	19
P2	0	20,8	3,2	3,3	7	15	112
P2	0	8,3	3,8	2,6	3	12	37
P2	0	5,1	2,8	2,1	2	7	16
P2	0	12	4,5	3	3	23	72
P2	0	12,2	3,5	2,5	5	21	107
P2	1	17	4	3,4	3	24	74

P2	1	28	5,5	4,3	4	12	49
P2	2	36,8	3	3,3	3	28	85
P2	0	32,8	3,4	4,1	4	19	83
P2	0	6,5	4	2,5	3	5	19
P2	0	18,8	3,1	4,1	3	18	58
N1P1	0	2	1,3	0,5	1	2	2
N1P1	0	4,5	2,5	1,8	2	9	20
N1P1	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	9	4	3	3	8	25
N1P1	0	7,4	3,2	1,7	3	11	36
N1P1	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	2,5	0,7	0,5	1	5	5
N1P1	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	11,6	3,8	3,2	3	21	65
N1P1	0	23,1	6,1	3,6	3	10	33
N1P1	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	13,8	4,6	3,4	3	11	34
N1P1	0	32,5	4,5	3,4	5	15	78
N1P1	0	21,6	3,5	3,1	10	24	247
N1P1K	0	5,4	2,8	2,1	2	9	19
N1P1K	1	33,8	4,7	4,1	5	18	94
N1P1K	0	0	0	0	0	0	0
N1P1K	1	40,2	5,2	4,6	11	22	229
N1P1K	2	47,8	4	3,3	4	29	120
N1P1K	1	41,2	5	4	5	17	88
N1P1K	2	18	3,9	3,8	4	15	63
N1P1K	3	30,9	5,2	3,9	8	18	147
N1P1K	2	30,5	5,9	3,5	2	13	28
N1P1K	1	9,8	3	3,6	4	15	64
N1P1K	1	28	2,5	3	1	14	14
N1P1K	0	0	0	0	0	0	0
N1P1K	1	16,7	3,4	0,8	1	16	16
N1P1K	1	26,4	3,8	3,2	3	5	17
N1P1K	0	4,8	4	4,3	2	6	15
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0

N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	11,6	4,5	3,4	2	7	16
N2P1K	0	9,1	6,1	3	1	5	5
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	1	29,5	3,2	3,8	6	21	129
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	31,4	6,4	4,4	3	25	78
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	1	17,1	3,6	3,6	3	30	92
N2P2K	1	26,4	4,3	4	4	17	69
N2P2K	2	33,8	3,8	4,1	3	22	68
N2P2K	1	15	7,7	3,4	4	21	87
N2P2K	0	11,5	6	3,7	1	9	9
N2P2K	0	27	6,2	3,9	4	13	54
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0
C	0	2,5	1,7	0,7	2	13	28
C	0	3,1	1,8	1,7	1	11	11
C	0	12,2	2,5	2,8	1	9	9
C	0	6,9	2	3,1	4	7	31
C	0	3,4	1,8	2,3	1	8	8
C	0	6	1,7	2	1	7	7
C	0	3,9	1,7	2,4	1	6	6
C	0	6,3	4	1,5	1	12	12

C	0	10,9	3,3	1,9	1	4	4
C	0	4,8	2,2	0,4	1	4	4
C	0	6,2	2,5	1,8	1	6	6
C	0	5,5	2,3	2,3	1	9	9
C	0	3,2	2,2	1,9	1	12	12
C	0	3,1	2	1,2	1	10	10
C	0	4,5	3,2	2,1	1	7	7

Varianta	Délka hl. kořene	Průměr koř. krčku	řád	počet šlahounů	šířka	délka	bílá	růžová	zelená	kulatý	válcovitý	vějířovitě větvený
N1	34,3	0,4	2	1	1	1	0	1	0	1	0	0
N1	30,5	1,3	2	10	1	2	0	0	1	0	1	0
N1	40,1	0,5	2	5	1	3	0	0	1	0	1	0
N1	39,4	1,2	2	8	1	1	0	1	0	1	0	0
N1	15,2	0,2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
N1	29,5	0,9	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	10,4	0,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	20	0,5	1	0	2	3	0	1	0	0	1	0
N1	18,9	0,2	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	44,6	1,2	4	11	2	2	0	1	0	1	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	17,8	0,3	1	0	1	2	0	1	0	0	1	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	8,6	0,2	1	3	1	1	0	1	0	1	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	8,1	0,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	11,3	0,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	8,6	0,2	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
K	34,1	0,3	1	3	1	4	0	1	0	0	1	0
K	36,1	0,3	2	5	1	4	0	1	0	0	1	0
K	16,2	0,2	1	3	1	3	0	1	0	0	0	1
K	35,1	0,4	2	6	1	4	0	1	0	0	1	0
K	30,4	0,3	2	5	2	4	0	1	0	0	0	1
K	31,5	0,3	2	6	1	4	0	1	0	0	1	0
K	13,6	0,2	1	0	1	2	0	1	0	0	1	0
K	30,2	0,3	2	4	1	3	0	1	0	0	1	0
K	52,4	1	2	5	7	5	0	1	0	0	0	1
K	54,5	0,6	2	7	1	4	0	1	0	0	0	1
K	36,3	0,8	2	13	2	5	0	1	0	0	1	0
K	30,6	0,4	1	2	2	5	0	1	0	0	1	0
K	38	0,4	2	6	2	6	0	1	0	0	1	0
K	36,1	0,3	2	0	1	3	0	1	0	0	1	0
P1	40,8	0,4	2	3	2	5	0	1	0	0	1	0
P1	42	0,8	2	7	6	6	0	1	0	0	1	0
P1	49	0,6	2	6	1	3	0	1	0	0	1	0
P1	35,2	0,6	2	4	2	6	0	1	0	0	0	1
P1	45,4	0,7	2	8	1	3	0	1	0	0	1	0
P1	40,8	0,6	2	6	2	4	0	1	0	0	0	1
P1	29,1	0,6	2	5	1	2	0	1	0	0	1	0
P1	36,8	1,1	2	7	1	4	0	1	0	0	1	0
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P1	42,6	0,8	2	6	2	5	0	1	0	0	1	0
P1	45,5	1,1	2	9	2	5	0	1	0	0	1	0
P1	31,9	0,8	3	4	1	2	0	1	0	0	0	1
P1	32,4	0,6	2	3	1	5	0	1	0	0	1	0
P1	46,7	0,5	2	2	1	2	0	1	0	0	1	0
P1	44,1	0,9	2	5	1	1	0	1	0	1	0	0
P2	32,6	0,4	2	3	1	4	0	1	0	0	1	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	35,5	0,6	2	8	1	3	0	1	0	0	1	0
P2	44,4	0,7	2	4	1	4	0	1	0	0	1	0
P2	39,1	0,7	2	5	2	5	0	1	0	0	1	0
P2	38,2	0,7	1	6	1	4	0	1	0	0	1	0
P2	35,4	0,5	2	3	2	5	0	1	0	0	0	1
P2	48,2	0,5	1	5	1	3	0	1	0	0	0	1
P2	45,1	1,1	2	7	1	4	0	1	0	0	1	0
P2	35,4	0,6	1	6	1	1	0	1	0	1	0	0
P2	44,3	1	3	7	1	3	0	1	0	0	1	0
P2	10,5	0,2	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
P2	34,2	0,8	1	10	1	3	0	1	0	0	0	1
P2	40,3	1,3	2	10	1	4	0	1	0	0	0	1
N1P1	8,3	0,1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1	43,4	0,3	2	1	1	2	0	1	0	0	1	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	26,2	0,5	2	2	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1	46,2	0,9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1	29,7	0,2	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1	41,9	0,8	4	8	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1	41,6	1,1	3	12	2	2	0	1	0	1	0	0
N1P1K	26,6	0,3	1	0	2	2	0	1	0	1	0	0
N1P1K	42,7	0,9	3	9	2	4	0	1	0	0	0	1
N1P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1P1K	28,6	1,2	3	7	2	4	0	1	0	0	0	1
N1P1K	43,2	1,1	2	3	1	2	0	1	0	0	1	0
N1P1K	46,1	1,2	2	4	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1K	41,9	0,5	3	6	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1K	39,3	0,5	3	6	1	1	0	1	0	1	0	0

N1P1K	36,2	0,9	3	17	1	2	0	1	0	0	1	0
N1P1K	21	0,6	3	3	1	2	0	1	0	0	1	0
N1P1K	44,4	0,8	4	5	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1K	32,3	0,5	2	3	1	1	0	0	0	1	0	0
N1P1K	17,8	0,3	3	0	1	1	0	1	0	1	0	0
N1P1K	37,2	0,4	2	3	1	4	0	1	0	0	1	0
N1P1K	42,8	0,6	4	4	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	30,6	0,7	2	5	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P1K	25,3	0,8	2	4	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P1K	30,5	0,4	2	0	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P1K	35,8	0,6	4	9	1	3	0	1	0	0	1	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	40,4	0,7	3	1	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P1K	36,3	1	4	10	2	2	0	1	0	1	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P1K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	44,6	0,7	4	12	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N2P2K	65,6	0,9	4	12	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P2K	45,3	0,7	4	10	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P2K	52,8	1	3	9	1	2	0	1	0	0	0	0
N2P2K	31,6	0,8	3	9	1	2	0	1	0	0	1	0
N2P2K	29,4	0,5	3	4	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P2K	41,9	0,7	3	11	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P2K	29,3	0,4	2	4	1	1	0	1	0	1	0	0
N2P2K	38,6	0,5	3	2	1	1	0	1	0	1	0	0

N2P2K	19,2	0,7	2	5	1	1	0	1	0	1	0	0
C	32,5	0,6	2	8	1	4	0	1	0	0	1	0
C	34,4	0,4	2	3	2	5	0	1	0	0	1	0
C	37,6	0,5	2	4	1	4	0	1	0	0	1	0
C	35,7	0,2	2	3	1	2	0	1	0	0	1	0
C	39,8	0,5	3	5	1	5	0	1	0	0	0	1
C	33,8	0,3	2	1	1	3	0	1	0	0	1	0
C	30,5	0,3	1	1	1	4	0	1	0	0	1	0
C	37,8	0,6	3	5	1	2	0	1	0	0	1	0
C	33,5	0,2	2	1	1	4	0	1	0	0	1	0
C	32,4	0,3	2	4	1	4	0	1	0	0	1	0
C	47,3	0,4	3	6	1	4	0	1	0	0	1	0
C	31,9	0,4	2	7	1	3	0	1	0	0	1	0
C	36,4	0,4	2	6	1	1	0	1	0	0	1	0
C	32,4	0,2	2	1	1	2	0	1	0	0	1	0
C	34,1	0,4	2	2	1	2	0	1	0	0	1	0